

311²²

Zur Problematik einer stabilen,
reproduzierbaren
„Terminalen Scharnierachsenposition“
bei der Diagnostik und Therapie von
Myoarthropathien

- Eine kritische Übersicht zur Weltliteratur -

Gertraud Magdalena Eibl

1982



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548326_0007

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten der Universität München
Direktor: Prof. Dr. Ewald Kraft

ZUR PROBLEMATIK EINER STABILEN, REPRODUZIERBAREN
"TERMINALEN SCHARNIERACHSENPOSITION" BEI DER
DIAGNOSTIK UND THERAPIE VON MYOARTHROPATHIEN

- EINE KRITISCHE ÜBERSICHT ZUR WELTLITERATUR -

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Gertraud Magdalena Eibl

aus
München

1 9 8 2



Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Roman Schubert

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Ewald Kraft

Dekan:

Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 07.10.1982

INHALTSVERZEICHNIS

1.0	EINFÜHRUNG IN DIE PROBLEMATIK UND AUFGABEN- STELLUNG	S.1
2.0	ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES KIEFERGELENKS	S.4
2.1	Anatomie der knöchernen Anteile des Kiefergelenks	S.4
2.2	Muskulatur	S.7
2.3	Nervöse Versorgung	S.11
2.4	Mechanik und Physiologie	S.12
3.0	LITERATURÜBERSICHT ZUR MYOARTHROPATHIE	S.16
3.1	Terminologie der Kiefergelenkbeschwerden	S.16
3.2	Verschiedene Theorien zur Ätiologie und zum Verlauf von Myoarthropathien	S.18
3.2.1	Die Theorie von der mechanischen Dislozierung	S.18
3.2.2	Die Muskeltheorie	S.23
3.2.3	Die neuromuskuläre Theorie	S.26
3.2.4	Die psychophysiologische Theorie	S.30
3.2.5	Die psychologische Theorie	S.33
4.0	DIAGNOSTIK UND THERAPIE MIT HILFE DER INSTRUMEN- TELLEN FUNKTIONSANALYSE	S.36
4.1	Terminologie innerhalb der instrumentellen Funktionsanalyse	S.38
4.2	Zum Verfahren der instrumentellen Funktions- analyse	S.47
5.0	LITERATURÜBERSICHT ZUR "TERMINALEN SCHARNIER- ACHSENPOSITION"	S.51
5.1	Einführung in die Achsentheorie	S.51
5.2	Geschichtliches zur Achsentheorie	S.53
5.3	Die Vorstellung von der beweglichen Achse	S.61
5.4	Die Scharnierachse	S.63
5.5	Die Scharnierbewegung	S.65
5.6	Die Rolle der Gnathologie	S.67

6.0	NEUERE UNTERSUCHUNGEN	S.70
6.1	Die Theorie zweier unabhängiger Achsen	S.72
6.2	Lage der Scharnierachsenposition	S.74
6.3	Zur Frage der physiologischen Funktion der Grenzbewegung	S.76
6.4	Die Scharnierbewegung	S.79
6.5	Die retrudierte Position	S.80
6.6	Die Signifikanz der Scharnierachse	S.84
6.7	Die arbiträre Achse	S.87
6.8	Mathematische Überlegungen zur Scharnier- achsenposition	S.89
6.9	Methoden zur Achsenbestimmung und ihre Ge- nauigkeit	S.92
7.0	KRITISCHE WERTUNG	S.96
7.1	Zur Ätiologie und zum Verlauf der Myoarthro- pathien	S.96
7.2	Zur exakten Achsenbestimmung	S.100
7.3	Zur exakten Scharnierachsenposition bei Diagnostik und Therapie von Myoarthropathien	S.103
8.0	ZUSAMMENFASSUNG	S.106
	LITERATURVERZEICHNIS	S.107

1.0

EINFÜHRUNG IN DIE PROBLEMATIK UND AUFGABENSTELLUNG

In den letzten Jahren konnte in der Zahnheilkunde eine interessante Entwicklung beobachtet werden, daß nämlich das Kauorgan immer mehr als Einheit in den Blickpunkt der Diagnostik und Therapie rückte. So sollte heute der Zahnarzt nicht nur Mundhöhle und Zähne allein inspizieren, sondern darüber hinaus das ganze stomatognathe System. Darunter versteht man den Funktionsverbund von Geweben im Kauorgan.

Es gehören dazu:

- Die knöchernen Strukturen des Ober- und Unterkiefers,
- das Zungenbein,
- die Muskulatur und der Bandapparat des Kopfes, des Halses und des Nackens,
- die Zähne mit dem Zahnhalteapparat und den weichgeweblichen Tegumenten,
- die Weichgewebe der Lippen, der Wangen, des Gaumens und der Zunge,
- die Schleim- und Speicheldrüsen und die neurale, vasculäre, lymphatische Versorgung aller dieser Gewebe.

Werden alle diese Anteile des Verbundes in Diagnostik und Therapie berücksichtigt, dann spricht man von einer gnathologischen Behandlungsweise, von der Gnathologie schlechthin. Oft steht jedoch

Gnathologie als synonymer Begriff für die instrumentelle Funktionsanalyse, die jedoch dann nur Mittel der Wahl zur umfassenden Diagnostik und Therapie sein kann. Absoluter Bezugspunkt dieser instrumentellen Funktionsanalyse ist die Terminale Scharnierungsachsenposition. Hierbei befindet sich die Scharnierachse (eine gedachte Achse, um die sich die Kiefergelenkköpfe bei der Öffnungs- und Schließbewegung des Unterkiefers drehen) in der retralen und kranialen Lage, die Gelenkköpfe in nicht seitenverschobener Position.

Diese instrumentelle Funktionsanalyse wird jetzt in der Bundesrepublik Deutschland in zunehmendem Maße zur Behandlung von Kiefergelenkbeschwerden herangezogen, wobei sich jedoch — bedingt durch die Schwierigkeit des Krankheitsbildes selbst — eine Anzahl von Problemen ergibt, die das eine oder andere Mal zu Mißerfolgen führt. Gegner der instrumentellen Funktionsanalyse wollten daraus auf die Minderwertigkeit dieses Verfahrens schließen. Gerade in der Behandlung der Myoarthropathien stoßen Befürworter und Gegner der instrumentellen Funktionsanalyse hart aufeinander und verweisen dabei auf konträre wissenschaftliche Untersuchungen und klinische Beobachtungen. Die Verwirrung in dieser Frage, wie sinnvoll und exakt instrumentelle funktionsanalytische Maßnahmen bei der

Diagnostik und Therapie von Myoarthropathien sind, wird dadurch erhöht, daß hinsichtlich der Ätiologie und des Ablaufs von Myoarthropathien als auch in der exakten Bestimmung und Reproduktion der Terminalen Scharnierachsenposition unterschiedliche Meinungen bestehen. In dieser Arbeit soll zunächst eine Übersicht über die Weltliteratur zum Thema Myoarthropathie einerseits und zur Terminalen Scharnierachsenposition andererseits gegeben und kritisch bewertet werden. Ferner soll auch geklärt werden, inwieweit ernstzunehmende Veröffentlichungen und Untersuchungen vorhanden sind, die sich mit der Problematik der exakten Bestimmung und Reproduzierbarkeit der Terminalen Scharnierachse bei vorhandener Myoarthropathie befassen. Die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Diagnostik und Therapie sollen darüber hinaus erörtert werden, wobei auch die Aufsätze und Anregungen auf eine gezielte Forschung zu diesem Problemkreis aufgezeigt werden sollen.

2.0 ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES KIEFERGELENKS

2.1 Anatomie der knöchernen Anteile des Kiefergelenks (Abbildungen 1 und 2)

Im Kiefergelenk artikulieren die Fossa mandibularis des Schläfenbeins und der Processus condylaris der Mandibula, wobei die Gelenkgrube des Os temporale einen hinteren, konkaven Teil und einen vorderen, konvexen Teil bildet. Der konkave Anteil stellt die Fossa mandibularis dar, der konvexe Anteil das Tuberculum articulare. Nach medial und lateral ist die Gelenkgrube am Schädelknochen durch die squamo-tympanischen, petrosquamosen und petrotympanischen Fissuren begrenzt und bis über das Tuberculum articulare von Faserknorpel bedeckt.

Zwischen den artikulierenden Flächen liegt eine faserknorpelige Scheibe, der Discus articularis, welcher mit der Gelenkkapsel verbunden ist und hilft, die beiden inkongruenten Gelenkflächen einander anzugleichen. In der dünneren Mitte liegt der walzenförmige Processus condylaris. Am Rande ist der Discus nach allen Seiten mit der Gelenkkapsel bindegewebig verbunden und teilt somit das Gelenk in eine disco-temporale und in eine

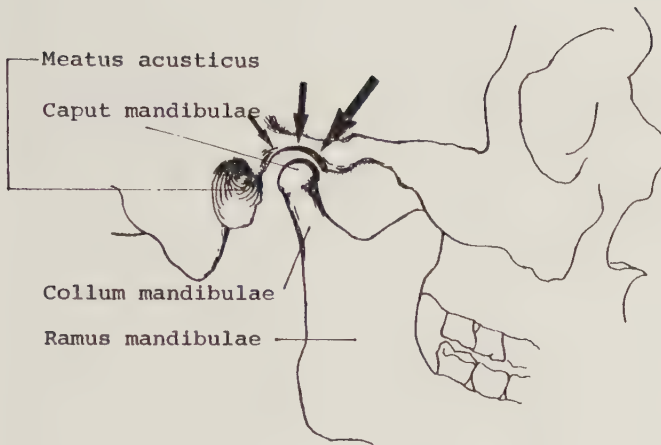


Abb. 1: Knöcherne Anatomie des Kiefergelenks

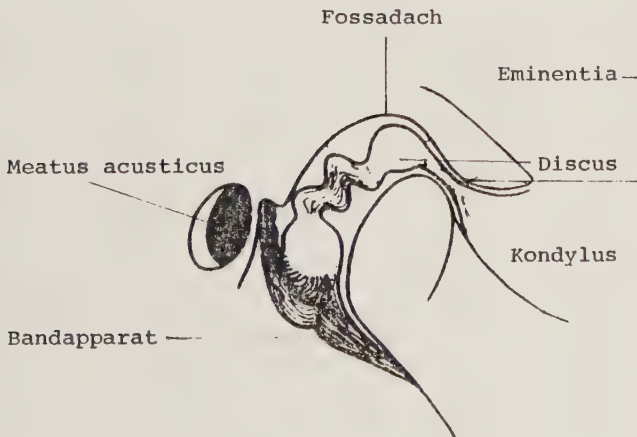


Abb. 2: Anatomie des Gelenkraums

disco-mandibuläre Kammer. Die Gelenkkapsel umfaßt den Kieferhals, schließt medial und lateral den Processus condylaris, den Discus articularis, das Tuberculum articulare und die Fossa mandibulae ein und zieht nach posterior zur Crista supramastoides. Die Kapsel ist so weit und schwach, daß der Gelenkkopf der Mandibula nach vorne über das Tuberculum articulare luxieren kann ohne sie einzureißen. Um die Gelenkführung zu verbessern, ist das menschliche Kiefergelenk mit einem starken Bandapparat ausgestattet. Das wichtigste Band ist das Ligamentum laterale (temporomandibulare) vom lateralen Ende des Tuberculum articulare zur Außenseite des Collum mandibulae, welches die Kapsel verstärkt und das Zurückführen des Unterkiefers stoppt. Die inneren, medialen Bänder sind schwächer ausgeprägt und haben keine große mechanische Bedeutung. Es sind dies das Lig. sphenomandibulare und das Lig. stylomandibulare. Der Processus conylaris des Unterkiefers besitzt einen konvexen Gelenkkörper, das Capitulum mandibulae. Die queren Achsen dieser walzenförmigen Gelenkköpfchen treffen sich in einem stumpfen Winkel meist etwas vor dem Foramen occipitale magnum. Der vordere Abhang, die eigentliche Gelenkfläche des

Condylus, ist mit Faserknorpel überzogen, der hintere Anteil hat einen bindegewebigen Überzug.

2.2 Muskulatur

(Abbildungen 3 und 4)

Die den Kauakt bewirkenden Muskeln haben die Aufgabe, den Unterkiefer gegen den Oberkiefer zu bewegen, wodurch die Nahrungszerkleinerung und das Abbeißen ermöglicht werden. Jedoch kommt der Kaumus- kulatur auch große Bedeutung beim Sprechen, Singen und bei der menschlichen Mimik zu. Die Kaumuskula- tur kann somit nicht allein im Zusammenhang mit der Mechanik des Kauens betrachtet werden, sondern muß in Bezug gesetzt werden zum gesamten stomatognathen System. Die Einteilung der Muskeln geschieht am besten in Hinblick auf ihre Funktion.

a) Schließmuskeln

Der M. temporalis entspringt vom Planum tempora- le und der Fascia temporalis und setzt mit kräf- tiger Sehne am Proc. coronoideus an.

Der M.masseter besteht aus einem oberflächlichen schrägen und einem tiefen senkrechten Teil, erste- rer entspringt vom Unterrand des Jochbogens, zieht nach hinten und unten und setzt am Kiefer- winkel an, letzterer entspringt an der Innenfläche

des Jochbogens und setzt am aufsteigenden Kieferast bis zum Proc. coronoideus an. Der M. pterygoideus medialis entspringt in der Fossa pterygoidea, zieht nach hinten und unten zur Tuberositas pterygoidea nahe der Innenfläche des Unterkieferwinkels. Ein Sehnenstreifen verbindet ihn mit dem M. masseter und bildet somit eine Muskelschlinge. Der Unterdruck in der Mundhöhle unterstützt das Geschlossenhalten des Mundes.

- b) Mundöffner sind die Mundbodenmuskeln, der M. mylohyoideus, der M. geniohyoideus und der venter anterior des M. digastricus, an dem das Zungenbein nach unten und hinten festgestellt ist. Bei weiterer Öffnung zieht der M. pterygoideus lateralis den Gelenkkopf mit dem Discus in Richtung Tuberculum articulare.
- c) Die Vorschubbewegung bewirken die beiden Mm. pterygoidei laterales. Der M. pterygoideus lateralis entspringt mit seinem einen Kopf an der Crista infraorbitalis, mit seinem anderen an der Außenfläche der Lamina lateralis des Processus pterygoideus, zieht horizontal nach hinten zur Fovea pterygoidea des Unterkieferhalses, zum Discus articularis und zur Gelenkkapsel. Durch den Ansatz am Discus wird derselbe bei der Vorwärtsbewegung des Unterkiefers mit nach vorne gezogen. Die

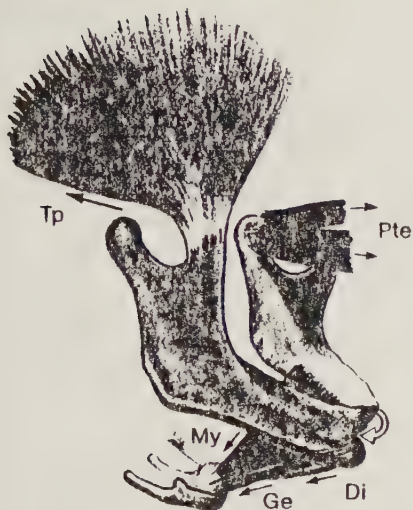


Abb. 3: Muskulatur
des Kiefergelenks

Tp = M. temporalis
Pte = M. pterygoideus
My = M. mylohyoideus
Ge = M. geniohyoideus
Di = M. digastrikus



Abb. 4: Muskulatur
des Kiefergelenks

Ma = M. masseter
Pti = M. pterygoideus medialis
Pte = M. pterygoideus lateralis

oberflächlichen Fasern des M.masseter und des M.pterygoideus medialis wirken unterstützend.

- d) Die Seitwärtsbewegung des Unterkiefers erfolgt durch den M.pterygoideus lateralis nur einer Seite, das Kinn weicht dabei zur anderen Seite ab. Da bei dieser Bewegung der Mund auch etwas geöffnet werden muß, beteiligen sich auch die Mundbodenmuskeln an dieser Bewegung.
- e) Die Rückwärtsbewegung des Unterkiefers bewirken die hinteren Fasern des M.temporalis; die Mundbodenmuskulatur kann helfend eingreifen.

2.3 Nervöse Versorgung

- a) Die motorische Innervation der Mundboden- und Kaumuskeln erfolgt über den N.mandibularis des N.trigeminus, welcher auch sensibel die Schleimhaut der Mundhöhle, die Unterlippe, sowie Zähne und Zahnfleisch im Bereich des Unterkiefers versorgt.
- b) Die Kiefergelenkkapsel wird aus verschiedenen Nervenfasern sehr reichlich versorgt, was die Grundlage für sehr differenzierte Sensationen im temporo-aurikulären Bereich bildet.
- Der wichtigste Nervenstamm ist der N.massetericus, neben dem N.auriculotemporalis (versorgt einen Teil des Ohres, sekretorischer Einfluß auf die Gl. parotis), N.temporalis profundus posterior, N.facialis und vegetative Fasern des Ganglion oticum und Plexus sympathicus.
- Schmerzempfindungen beruhen in erster Linie auf der Irritation der feinen Gelenkäste des N.massetericus. Die freien Nervenendigungen vom Golgi-Mazzoni-Typ werden meist als Schmerzrezeptoren bezeichnet, sollen jedoch auch auf andere Reizqualitäten, wie Druck und Temperatur, reagieren können.

2.4 Mechanik und Physiologie

- a) Bei der Betrachtung der Funktion der Kiefergelenke und des Ablaufs von Bewegungen des Unterkiefers ist von einer Position auszugehen, welche unbewußt ohne Okklusion der Zahnreihen eingenommen wird. Sie wird als Ruheschwebelage des Unterkiefers bezeichnet und reflektorisch durch die Steuerung des Muskeltonus der Propriozeptoren in den Muskelfasern, in den Sehnen und in der Gelenkkapsel geregelt. Die Muskelaktivität ist sehr gering, Bänder und Weichgewebe sind entspannt. Durch Veränderung des Muskeltonus, durch physiologische wie pathologische Einflüsse kann die Lage des Unterkiefers zum Oberkiefer verändert werden, wodurch die Ruheschwebelage als exakt reproduzierbare Größe nur bedingt diagnostisch und therapeutisch verwertet werden kann.
- Die Gelenkköpfe liegen zusammen mit dem jeweiligen Discus in dem vorderen Teil der Gelenkgrube und auf dem hinteren Abhang des Tuberculum articulare. Eine leichte Seitenverschiebung der Unterkiefermitte ist möglich.

Der Abstand der Ober- und Unterkieferzähne im Praemolarenbereich beträgt üblicherweise ca. 2 mm, kann jedoch bis zu 7 mm abweichen und muß deshalb individuell bestimmt werden.

- b) Die nicht seitenverschobene Öffnungs- und Schließbewegung des Unterkiefers ist eine Scharnier-Schiebebewegung. Das Kiefergelenk ist somit als Kombination zweier Gelenke aufzufassen, des discomandibulären Scharniergelenks und des discotemporalen Schiebegelenks. Bei der Lateralbewegung kommt noch eine dritte Komponente der Drehbewegung hinzu.
- In der ersten Phase der Öffnungsbewegung tritt eine reine Scharnierbewegung des discomandibulären Anteils auf, welche in der Schneidekantendistanz ca. 20 bis 25 mm beträgt. Ausgangspunkt dieser Bewegung ist die maximale Verzahnung von Ober- und Unterkiefer, wobei sich die Kiefer nicht weiter nähern können. Bei dieser Drehbewegung befinden sich die Gelenkwalzen des Unterkiefers in ihrer retralen, kranialen und nicht seitenverschobenen Lage zu den Disci und der Fossa mandibulae.

Bei weiterer Öffnung setzt eine kombinierte Dreh-Gleitbewegung bis zur maximalen Mundöffnung ein. Der Kieferwinkel wandert nach hinten und der Discus rutscht auf dem Gelenkhöcker des Unterkiefers entlang der Kondylenbahn nach vorne unten in Richtung Tuberculum articulare. Der Schneidekantenabstand beträgt nun ca. 50 bis 60 mm. Die Öffnungs- und Schließbewegung erfolgt in beiden Kiefergelenken gleichzeitig ohne Zahnkontakt, wobei die Achse durch die kombinierte Dreh-Gleitbewegung nach kaudal-mesial wandert.

- c) Die Vorwärtsbewegung des Unterkiefers findet unter Führung der Schneidezähne statt; das Kiefergelenk bewegt sich im disco-temporalen Anteil nach vorne, wobei die Gelenkbahn, die Form und Stellung der Zahnreihen den Bewegungsablauf beeinflussen. Die Länge der Bewegung, welche die Unterkieferincisivi dabei beschreiben, beträgt ca. 10 mm.
- d) Die Rückwärtsbewegung des Unterkiefers verläuft bis zum Punkt der maximalen Interkuspidation wie die Vorwärtsbewegung in umgekehrter Richtung. Die weitere Rückwärtsbewegung des Unterkiefers ist eine erzwungene Bewegung über die Zahnhöcker hinweg, welche als reine Drehbewegung beginnt und mit weiterer Öffnung in eine Dreh-Gleit-Bewegung übergeht.

e) Die Seitwärtsbewegung des Unterkiefers erfolgt ebenfalls unter Führung der Zahnreihen. Dabei rotiert der eine Kondylus an Ort und Stelle und kann sich relativ frei im Raum bewegen, der andere schwenkt nach vorwärts-abwärts-einwärts. Dieses Schwenken des einen Kondylus wird als Bennt'sche Lateralbewegung bezeichnet.

Bewegen sich beide Kondylen ohne Einschwenken gleichzeitig in der Horizontalen zur Seite, so wird dies als unmittelbare Seitwärtsbewegung (immediate side-shift) bezeichnet.

Bennetwinkel und Bennetbewegung sind dabei nicht erfaßbar.

3.0 LITERATURÜBERSICHT ZUR MYOARTHROPATHIE

3.1 Terminologie der Kiefergelenkbeschwerden

Seit COSTEN (1934) als erster die Symptome beschrieb, die sich auf die Dysfunktion der Kiefergelenke bezogen, wurden von vielen Autoren Arbeiten dazu veröffentlicht: von SHORE (1959), LUPTON (1969), GERBER (1971), OLSSSEN (1969), RAMFJORD und ÅSH (1971).

Viele der in der Literatur angegebenen Namen weisen schon auf die ätiologischen Faktoren in diesem pathologischen Prozeß hin. In engem Bezug darauf spricht GERBER von okkluso-mandibulären Störungen. MYRHAUG (1969) referiert über das Ohr-Zahn-Syndrom und DRUM (1969) berichtet von "Autodestruktion".

Andere betonen in ihrer Terminologie den Faktor "Schmerz" gemäß den Symptomen und schlagen den Begriff "Schmerz-Dysfunktions-Syndrom" vor (VOSS 1964, LASKIN 1969), oder "Kiefergelenk-Schmerz-Dysfunktionssyndrom" (SCHWARTZ 1969) oder "myofaziale schmerzende Dysfunktion" (LASKIN 1969, BELL 1969). BOERING (1966) und HUPFAUF (1963) bevorzugen den Ausdruck "Arthrosis deformans", während ESCHLER (1969) anregte, den Ausdruck "Störung der mandibulären motorischen Koordination" zu verwenden.

FICHTNER (1968) schlug vor, die Terminologie von Kiefergelenkstörungen mehr zu differenzieren und zu präzisieren.

Er teilte vier Kategorien ein:

1. Traumatische und akut aufflammende Störungen
2. Mandibulo-dentale Störungen
3. Neuromuskuläre Störungen
4. Idiopathische Arthrosis

Die klinische Symptomatik, die Dysfunktion und die pathologischen Veränderungen zusammengekommen mit den verschiedenen Behandlungsmethoden zeigen den kompletten ätiologischen Hintergrund dieser Beschwerden auf. Experimentelle Untersuchungen an Tieren und Autopsie-Material wurden zwar durchgeführt, die Interpretation aber dieser Ergebnisse im Hinblick auf die möglichen initialen Faktoren, wie sie klinisch sich darstellen, ist sehr verschieden. Konsequenterweise besteht hier nur eine geringe Übereinstimmung in der ätiologischen Betrachtung der funktionellen Gelenkstörung und viele, voneinander abweichende Theorien sind beschrieben worden.

3.2 Verschiedene Theorien zur Ätiologie und zum Verlauf von Myoarthropathien

3.2.1 Theorie der mechanischen Dislozierung

PRENTISS (1918, 1923) und MONSON (1921, 1922), später auch COSTEN (1934) betonten die Tatsache, daß die distale Kondylenverlagerung nach dem Verlust der letzten Molaren und Prämolaren ein Kiefergelenksyndrom verursachen können, wobei der N.auriculotemporalis eingeklemmt wird oder aber die Anteile des Ohres direkt ebenso wie die Tuba Eustachii komprimiert werden. Es ist einwandfrei nachgewiesen (SICHER 1948, ZIMMERMANN 1951, SCHWARZT 1959), daß die anatomische Basis des Costen-Syndroms nicht akzeptabel ist. Dennoch wird gerade diese Vorstellung als ein ätiologischer Faktor eines Kiefergelenksyndroms in der Zahnheilkunde angenommen.

Einige Kliniker (GERBER 1964, 1970, 1971, TEMPEL 1969) haben die Theorie der mechanischen Dislokation der Mandibula erweitert um Veränderungen in der Position der Kondylen in der Sagittal- und Frontalebene einschließen zu können. Sie akzeptieren eine "normale" Kondylus-Fossa-Beziehung in der Schlußbißfunktion (Kondylen im "Zenit

der Fossa"). Die ätiologischen Faktoren, die eine Abweichung der Kondylen aus ihren normalen zentrierten Positionen provozieren, sind die Verluste von Prämolaren und Molaren, ungenügende zentrische Kontakte in der Molarenregion, Primärkontakte im Schlußbiß und Balancekontakte bei Exkursionsbewegungen. Oben genannte Autoren nehmen an, daß ein erhöhter Tonus der Kaumuskulatur selten der Beginn einer Myoarthropathie ist, sondern vielmehr das Resultat einer Disharmonie zwischen der Position der Kondylen und der Okklusion der Zähne darstellt.

Wenn nun nach der Theorie dieser Autoren die Kondylenposition in der Fossa (vorgegeben durch die Okklusion) keine zentrierte ist, oder wenn durch ausgedehnten Zahnverlust die Muskelaktivität nicht "abgepuffert" werden kann, so greifen die Muskelkräfte direkt an den Gelenken an und verursachen dann die Myoarthropathie.

Auf Grund seiner radiologischen Untersuchungen und auf Grund seiner diagnostischen Montagen in seinem Condylator nimmt GERBER folgende pathologische Positionen an:

1. Kompression des Diskus durch ein ungenügendes Abpuffern der Muskelkräfte durch eine schlechte Okklusion

2. Distraction des Gelenkes durch Molaren- und Prämolarenverlust. In diesem Fall ist ein "Zusammenbruch" der Frontzähne zu beobachten und ein "Herausziehen" der Gelenke (Distraction) durch die Muskulatur. Zu hohe Restaurationen im Molarenbereich und Abrieb der Frontzähne ohne einen begleitenden Abrieb im Seitenzahnbereich können die gleiche Distraction auslösen.
3. Anteriore Verlagerung der Kondylen. Diese Disposition ist hauptsächlich bei zahnlosen Patienten mit schlechter Okklusion ihrer totalen Prothesen zu beobachten. Bei Patienten mit natürlicher Bezahnung liegt der ätiologische Faktor in einem negativen Überbiß, bei einer umgekehrten Spee'schen Kurve, Schliffacetten und einer fehlenden Frontzahnführung.
4. Die dorsale Verlagerung des Kondylus ist relativ häufig hervorgerufen durch Gleitkontakte oder durch plane Kauflächen auf gekippten Molaren. Primärkontakt, Infraokklusion und Hyperbalancen können dieselben Verlagerungen hervorrufen. Bei der Herstellung von totalen Prothesen und bei totalen oralen Rekonstruktionen kann eine Bißregistrierung in der sog. forcierten retrudierten Position denselben Effekt im Gelenk hervorrufen.

5. Transversale Verlagerung der Kondylen, ebenso verhängnisvoll wie die Fehldispositionen in der Sagittalen, wird hervorgerufen durch Seitwärtsabweichungen in der Okklusion. In diesen Fällen kommt es häufig zu Spasmen des *M.pterygoideus lateralis*.

GERBER beobachtete extreme Veränderungen der Gelenkstrukturen nicht nur in Fällen von starken Zahnverlusten, sondern auch bei vollkommener Bezahnung. Deshalb fordert er, daß auch in Fällen ohne Schmerz oder Muskelspasmen die Disharmonie zwischen zentrischer und habitueller Position der Kondylen erkannt und behandelt werden sollte, um einem eventuellen späteren Trauma vorzubeugen.

Diese Vorstellung von der mechanischen Dislokation der Gelenke geht von zwei Überlegungen aus:

1. Es bestehe die Möglichkeit, vom Röntgenbild der Kondylen her eine individuelle optimale Kondylenposition in der Fossa zu erkennen.
2. Es wäre weiterhin möglich, die Positionierung des Unterkiefers durch den Zahnarzt in einer Modellanalyse zu erkennen. Andere Methoden, wie der Resilienztest (GERBER), sind rein empirischer Art.

Die Befürworter dieser Theorie benützen histologische Schnitte der Gelenke um ihre Theorie zu stützen (STEINHARDT 1957, 1967). Dies muß in Frage gestellt werden, da die funktionelle Beziehung zwischen Kondylus und Fossa vor und nach dem Tod nicht die gleiche ist. Diese Beziehung hängt auch von der Lage der histologischen Schnitte ab. (BLACKWOOD 1966, RAMFJORD und ENLOW 1971), u.a. haben gezeigt, daß bei Tieren wie auch beim Menschen mit normaler Okklusion osteoarthritische Veränderungen auch in Bezirken auftreten können, die nicht durch eine mangelhafte Okklusion traumatisiert werden. Bestärkt wird diese Theorie durch Untersuchungen von NAIRN und CUTRESS (1967), die eine Distalbewegung der Mandibula nach der Extraktion der Prämolaren und Molaren beobachten.

3.2.2 Die Muskeltheorie

Eine zweite Theorie zur Ätiologie eines Kiefergelenksyndroms bezieht die Muskulatur der Gelenke von Hals und Nacken in die Überlegung mit ein. Die Unausgeglichenheit zwischen mangelnder physiologischer Muskelaktivität und der Überstimulation durch das hochzivilisierte Leben des 20. Jahrhunderts kann zu einer sog. "hyperkinetischen Erkrankung" führen. (KRAUS 1963, 1966). Das Kiefergelenksyndrom stellt nur eine Erkrankung in diesem Krankheitskomplex dar und der primäre ätiologische Faktor liegt in der Muskulatur selbst. Diese Muskeln des Kauorgans entspannen sich nicht mehr und die Spannung wächst bis ein schmerzhafter Spasmus auftritt. Die Hypothese von den Muskeln als primäre Faktoren bei funktionalen Störungen basiert auf der Tatsache, daß bei diesen Patienten unter Streß eine erhöhte Anspannung in der Kaumuskulatur beobachtet werden kann. Diese Patienten zeigen eine generalisierte Muskelantwort auf einen bestimmten Reiz (SCHWARTZ 1959).

BELL (1968, 1969, 1971) stellte die Theorie auf, daß Spasmen der Muskulatur sich als Resultat einer Frambösie unkoordinierter Bewegungen, Muskelermüdungen, Veränderungen in der oralen Umgebung, chronischer Malokklusionen und akut aufflammender Erkrankungen ergeben können.

Der auftretende Schmerz kann in der Kaumuskulatur oder in der Muskulatur einer benachbarten Region (z.B. Nackenmuskulatur) festgestellt werden (TRAVELL 1960). Okklusale Disharmonien oder dentale Probleme sind ein Resultat oder teilweise ein überlagertes Symptom aus dieser Erkrankung (WARE and TAYLOR 1968).

Gemäß diesem Konzept dürfen TMJ-Probleme nicht auf die Okklusion oder dentale Probleme zurückgeführt werden.

LOUS, SHEIK-OL-ESLAM and MÖLLER (1970) jedoch zeigten differenzierte Aktivitätsmuster der Kaumuskulatur. Daraus geht hervor, daß die spezifischen okklusalen Bedingungen von größerer Wichtigkeit bei der Entwicklung funktioneller Störungen sind, als ein generalisiertes Ansteigen der Muskelaktivität.

MYRHAUG (1970) wies klinisch und elektromyographisch nach, daß viele der sog. Ohrsymptome, die sehr häufig bei Patienten mit Myoarthropathien auftreten, von muskulären Parafunktionen und Spasmen des M.tensor tympani herrühren. Akzeptiert man die Vorstellung von BELL (1969), daß Schmerzimpulse aus der Tiefe möglicherweise (z.B. vom M.tensor tympani, innerviert vom Nervus V) zu Spasmen und Schmerzen in der Kaumuskulatur führen, dann können viele andere Symptome in diesem "otodentalen" Konzept ihre Erklärung finden.

3.2.3 Die neuromuskuläre Theorie

Funktionelle Disharmonie zwischen der Okklusion und den Kiefergelenken ist bei den meisten Klinikern als ätiologischer Faktor eines temporomandibulären Syndroms anerkannt. Vorkontakte in Zentrik und Balanceinterferenzen können para-funktionelle Bewegungen wie Knirschen und Pressen auslösen. Der Hintergrund von psychischen Anspannungen, Stress und Angst werden als notwendige hinzutretende Faktoren angenommen. Bei einigen Patienten ist der psychogene Faktor im Krankheitsbild vorherrschend. Die Parafunktion verursacht Muskelspasmen und Schmerzen im Gelenk und in der Kaumuskulatur (JARABAK 1956, SHORE 1959, RAMFJORD 1960, KROGH-POULSEN und OLSSON 1966, KROGH-POULSEN 1967, HUPFAUF 1968, OLSSON 1969, ZARB und THOMPSON 1970, RAMFJORD und ASH 1971).

Die Führung und Grenzen der Unterkieferbewegung werden durch eine schienende Aktivität der Kaumuskeln bestimmt, die verhindert, daß der Unterkiefer in eine schmerzende Position geführt wird.

Der schmerzhaft traumatisierte Bereich liegt oft an der medialen oder lateralen Seite des Gelenkes (RAMFJORD und ASH 1971). Gemäß diesem neuromuskulären Konzept sind die direkte Verlagerung der Mandibula, Muskelspasmen oder Primärkontakte nicht der irritierende Faktor. Vielmehr nimmt man den Input von Impulsen der Gelenkrezeptoren und die störenden Einflüsse der okklusalen Interferenzen als ätiologische Faktoren an. Der Mechanismus der Aktionen ist ein direkter Anstieg des Muskeltonus. Dieser lang andauernde Muskelspasmus kann zu einer Hypertrophie der Mm.masseteres führen, wie er des öfteren bei Kiefergelenkpatienten zu beobachten ist. Die Beziehung zwischen okklusaler Disharmonie, Muskelspasmen und Kiefergelenkfehlfunktion zeigt sich deutlich durch elektromyographische Untersuchungen (KRAFT 1963, RAMFJORD 1961 u.v.a.). Allerdings war nicht bei allen Patienten das gleich gute Resultat zu erhalten, wenn eine okklusale Equilibrierung vorgenommen wurde.

Neurophysiologische und elektrophysiologische Untersuchungen von KAWAMURA (1968) betonen die Beziehung zwischen allen neuromuskulären Anteilen des stomatognathen Systems und den hemmenden und aktivierenden Einflüssen von Bezahnung und

Muskulatur. Wann immer sich die Kondylen bewegen, wird eine sensorische Information zum motorischen Kern des Nervus V übertragen. Einige Areale in diesem Kern werden aktiviert oder blockiert durch die Rotation des Kondylus aus oder in die zentrische Okklusion. Eine Hemmung der Elevatoren wie sie sich in den sog. "silent periods" des Elektromyogramms darstellt, rührt nach Ansicht vieler Untersucher von den Impulsen der paradontalen Rezeptoren her und beweist die direkte Wichtigkeit der Okklusion bei der Regulation der Unterkieferbewegung und der Muskelkontraktionen (SCHAERER et al. 1967, BRENNAN et al. 1968, AHLGREN 1969, GRIFFIN und MUNRO 1969, MUNRO and GRIFFIN 1970). Im Anschluß an okklusale Equilibrierungen oder Veränderungen in der Okklusion, war eine Veränderung der Latenz, der Dauer und Häufigkeit der "silent periods" zu beobachten. GRIFFIN and MUNRO 1971 fanden eine differente elektromyographische Antwort bei Patienten mit einem Kiefergelenksyndrom, nämlich ein totales Fehlen der inhibitorischen Phase (silent periods).

Sie vermuteten, daß Primärkontakte oder ausge-
dehnte Zahnverluste dafür verantwortlich sind,
daß die Ausmusterung nicht genügt um eine ange-
messene Schwelle für eine Hemmung zu erreichen.
Die anormale Okklusion kann eine Anspannung in
den Gelenken bewirken, die wiederum zu einem
anormalen Feuern der artikulären und/oder der
parodontalen Mechanorezeptoren führt. Wenn auch
die parodontalen Rezeptoren nicht in dieses Re-
flexsystem einbezogen sind (HANNAM et al. 1970,
MATTHEWS und YEMM 1970), so kann dennoch die
Irritation der Muskelspindeln durch Vibration
über die Okklusion oder die Rezeptoren beeinflußt
werden.

Dieses Konzept kann allerdings nicht erklären,
warum Kiefergelenkprobleme bei einem Patienten
auftraten und bei einem anderen nicht, obwohl
beide die gleiche okklusale Fehlbeziehungen auf-
wiesen. Lediglich rein theoretische Erklärungen
werden dafür gegeben, wie Veranlagung, individu-
elle Toleranz, individuelle adaptive Kapazität
usw..

So spricht DE STENO (1977) von einer "Kiefergelenktrias" und gibt als notwendige Faktoren für ein Kiefergelenksyndrom eine Prädisposition, eine Gewebsalteration und eine psychologische Abhängigkeit an. Alle drei Faktoren können bei den einzelnen Patienten in unterschiedlich hohen Anteilen in der Ätiologie auftreten und zusammen zur Erkrankung führen.

3.2.4 Die psychophysiologische Theorie

In dieser Theorie ist der primäre Faktor der Symptome eines Schmerz-Dysfunktionssyndroms der Spasmus der Kaumuskulatur (FRANKS 1965, LASKIN 1969). Dieser Muskelspasmus wird verursacht durch Überdehnung, Überkontraktion oder Muskelermüdung. Zahnärztliche Rekonstruktionen oder Prothesen, Beeinträchtigung des "Free way space" und Verlust der Molaren können ebenfalls zu diesen Spasmen führen. Die Muskelermüdung wird verursacht durch orale Habits, wie Knirschen oder Pressen, die ja Kompensationsmechanismen der Kaumuskulatur darstellen. Der Hauptgrund des myofascialen Schmerz-Dysfunktionssyndroms liegt mehr

im emotionalen als im mechanischen Bereich. Der Muskelspasmus führt zu okklusalen Disharmonien durch Änderung der Gelenkposition, so daß die Zähne nicht mehr optimalen Kontakt zueinander finden. Gemäß diesem Konzept ist die okklusale Disharmonie eine Folge und nicht die Ursache. Bei chronischen Muskelspasmen kann es zu Umbauvorgängen in Gelenk im Sinne einer Arthrosis deformans kommen.

So konnte YEMM 1971 nachweisen, daß bei Stressanstieg auch die Masseteraktivität ebenfalls zu wachsen beginnt. Andere wiederum (LOUS et al. 1970) kamen zu abweichenden Ergebnissen. Die meisten Untersuchungen auf diesem Gebiet stimmen nicht überein und sind zu vage, als daß sie als wissenschaftlich klar anerkannt werden könnten. Der Muskelermüdungstest an Patienten und an Tieren, wobei dieselben Muskelsymptome provoziert wurden, konnte nicht nachweisen, daß bei Kiefergelenkpatienten der Muskelspasmus der primäre ätiologische Faktor ist.

Es ist nicht bekannt, nach welchem Verfahren die psychologischen Studien und Tests bei den Patienten durchgeführt wurden. Eine Beeinflussung der Patienten bei den Experimenten ist somit nicht ausgeschlossen.

Das temporomandibuläre Syndrom ist natürlich ein komplexes Problem und psychische Faktoren sind darin inbegriffen. Die psychischen oder emotionalen Faktoren spielen eine Rolle beim Knirschen und Pressen. Eine feste Beziehung zwischen Angstzuständen und Bruxismus wurde durch Studien von BUTLER und STALLARD (1969) nachgewiesen. Der hohe Anteil von verheirateten Frauen unter den Kiefergelenkpatienten und die soziale Struktur aller Patienten, die meist beruflich sehr gefordert und selbständig sind, sind ein strenger Hinweis für psychologische und emotionelle Einflüsse, die niemals von einem Untersucher negiert wurden. Ob allerdings der Muskelspasmus, herrührend von oralen Habits und von extraoralen Faktoren, der primäre ätiologische Faktor ist, konnte noch immer nicht geklärt werden.

3.2.5 Die psychologische Theorie

Studien der psychologischen Faktoren z.B. persönliche Charaktereigenschaften, Reaktion unter Stress und Muskelspannung bei Patienten mit einem nicht-organischen Dysfunktionssyndrom sind vorhanden (MOULTON 1955, MC CALL et al. 1961, LUPTON 1969, DOMS et al. 1969). Klassische psychiatrische und psychoanalytische Methoden, Persönlichkeitstests und Persönlichkeitsanalysen wurden vorgenommen. Es wurden dabei ganz bestimmte charakteristische Merkmale festgestellt, die allen Patienten gemeinsam waren und eine ganz bestimmte Gruppe formten. Sie haben Konflikte in Bezug auf Abhängigkeit und Dominanz und/oder sie versuchen eine starre Selbstvorstellung von Normalität und Strenge aufrechtzuerhalten, und das führt zu Muskelentspannungshabits, zum Knirschen und Pressen. DOMS et al. (1969) beobachteten bei den Patienten eine Fixierung aus früheren Entwicklungsphasen, ein generalisiertes Ansteigen des emotionalen Reaktionspotentials, Hemmungen bei emotionalen Erlebnissen und eine Affinität zur paranoiden Persönlichkeitsstruktur. Sie stellten fest, daß diese

Faktoren in der Ätiologie bei über 20% der Fälle vorlagen. Andere Autoren (MOULTON 1955, LUPTON 1969) glauben, daß der Schmerz im Ursprung hauptsächlich rein psychogen ist. Traumata, zahnärztliche Behandlung oder andere Veränderungen in der Mundhöhle können auslösende Faktoren nur bei Patienten mit psychischer Prädisposition sein. Andere Studien (KYDD 1959, MOLIN und LEVI 1966) zeigten auch emotionale oder psychologische Veränderungen bei Kiefergelenkpatienten auf, aber sie konnten nicht aufzeigen, ob die Gelenkprobleme oder die psychische Alteration den ätiologischen Faktor darstellen. RUGH und SOLBERG (1976) ordnen dem psychischen Faktor eine äußerst wichtige Rolle in der Auslösung und Unterhaltung von Kiefergelenkbeschwerden zu, betonen aber gleichzeitig eine multifaktorielle Ätiologie. So sind emotionelle Faktoren (Angst, Stress, Frustration u.a.) signifikant in der Ätiologie von Kiefergelenkbeschwerden, indem sie zu Muskelspannungen und oralen Habits führen. So empfehlen die Autoren ein Abweichen von einer einseitigen ätiologischen Betrachtungsweise von Kiefergelenkbeschwerden

und fordern statt dessen eine kombinierte zahnärztliche und psychische Behandlung. Die Untersuchungen auf diesem Gebiet sind nur auf eine kleine Anzahl von klinischen Beobachtungen beschränkt. Das fundamentale Problem liegt in der Frage, wohin das psychische Profil der Patienten, die Kiefergelenkprobleme haben, hintendiert. Dieses Problem ist noch ungelöst. Studien, die die charakteristischen Merkmale der Patienten vor und nach dem Beginn eines TMJ-Syndroms vergleichen, liegen nicht vor.

4.0 DIAGNOSTIK UND THERAPIE MIT HILFE DER INSTRUMENTELLEN FUNKTIONSANALYSE

Funktionsstörungen im Kauorgan können nicht immer absolut eindeutig mit klinischen Mitteln aufgespürt und eliminiert werden und da Zahnersatz außerhalb des Mundes angefertigt werden muß, ist die Frage einer möglichst naturgetreuen Wiedergabe der Kontaktbeziehung von Ober- und Unterkiefer von entscheidender Bedeutung. Dieses Problem versuchte man schon lange mit Okklusionssimulatoren, sogenannten Artikulatoren, zu lösen, die seit dem vorigen Jahrhundert in verschiedensten Konstruktionen, Variationen und Modifikationen vorgestellt werden.

Diese Sparte der Zahnheilkunde, die sich mit den instrumentellen Hilfsmitteln zur schädelbezüglichen Zuordnung des Unterkiefers zum Oberkiefer im Schlußbiß, in der richtigen Relation zu den Kiefergelenken und bei den verschiedenen Exkursionsbewegungen befaßt, wurde bis in die heutigen Tage vielfach als "Gnathologie" bezeichnet (Abb. 5) (BAUER und GUTOWSKI 1975).

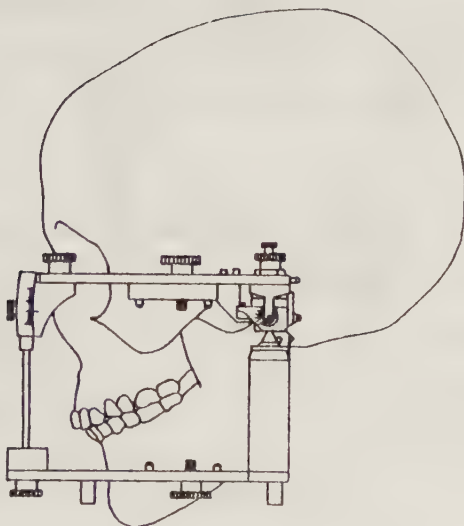


Abb. 5: Schädelbezügliche Zuordnung des Unterkiefers zum Oberkiefer. Die Drehachse des Artikulators wird in Übereinstimmung mit der Drehachse des Kiefergelenks gebracht.

Aus der oben genannten Definition geht jedoch hervor, daß die instrumentelle Funktionsanalyse lediglich das instrumentelle Hilfsmittel zur Diagnose und Therapie des stomatognathen Systems darstellt.

Bevor jedoch das Grundprinzip der instrumentellen Funktionsanalyse beschrieben werden soll, sind zum Verständnis zunächst Definitionen von immer wiederkehrenden Begriffen anzuführen, wie sie vom Arbeitskreis Funktionsanalyse der Deutschen Gesellschaft für Prothetik und Werkstoffkunde festgelegt worden sind.

4.1 Terminologie innerhalb der instrumentellen Funktionsanalyse

1. Okklusion:

Jeder Kontakt zwischen Oberkiefer- und Unterkieferzähnen

2. Habituelle Interkuspidation:

Zusammenschluß der Oberkiefer- mit den Unterkieferzähnen im maximalen Vielpunktkontakt

3. Scharnierachse:

Eine gedachte Achse, um die sich die Kondylen bei der Öffnungs- und Schließbewegung des Unterkiefers drehen. (Abb.6)

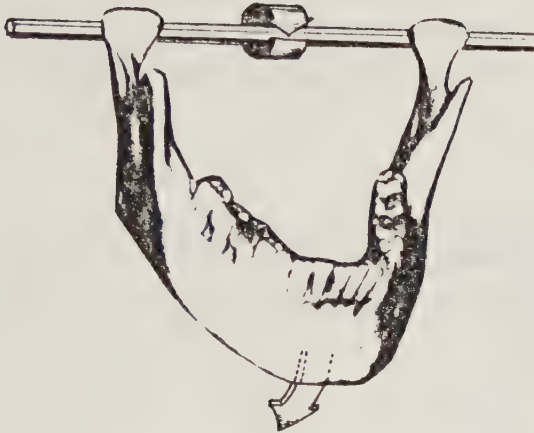


Abb. 6: Scharnierachse

4. Terminale Scharnierachsenposition:

Hierbei befinden sich die Scharnierachsen in der retralen und kranialen Lage, die Kondylen in nicht seitenverschobener Position. Als Referenzpunkte dienen die scheinbaren Durchtrittsstellen der Achse durch die Haut.

5. Retrale Kontaktposition:

(Retrudierte Kontaktposition)

Die Okklusion in terminaler Scharnierachsenposition.

6. Protrusion:

Eine Bewegung des Unterkiefers, bei der sich beide Kondylen gleichzeitig nach anterior bewegen.

(Abb. 7)

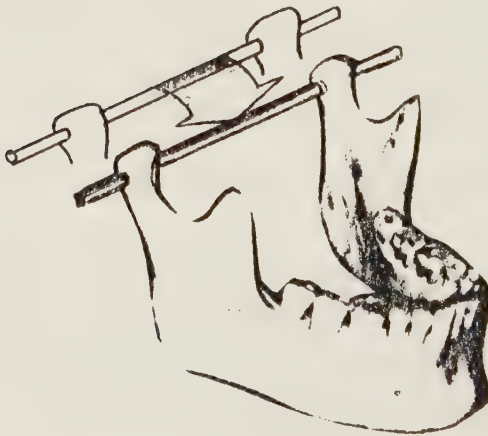


Abb. 7: Wandern der Achse bei der Protrusionsbewegung

7. Laterotrusion:

Eine Bewegung, bei der der Unterkiefer von der Medianebene nach lateral schwenkt. (Abb. 8)

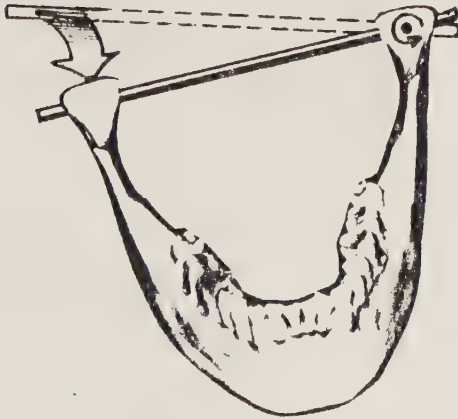


Abb. 8: Seitwärtsbewegung des Unterkiefers mit stationär rotierendem Arbeitskondylus

8. Laterotrusionsseite (Arbeitsseite):

Die Seite des Unterkiefers, die sich bei einer Lateralbewegung von der Medianebene wegbewegt.

9. Mediotrusionsseite:

(Nichtarbeitsseite, Leerlaufseite)

Die Seite des Unterkiefers, die sich bei einer Lateralbewegung zur Medianebene hinbewegt.

10. Bennettbewegung:

Ein seitliches räumliches Versetzen des Unterkiefers während der Lateralbewegung. (Abb. 9)

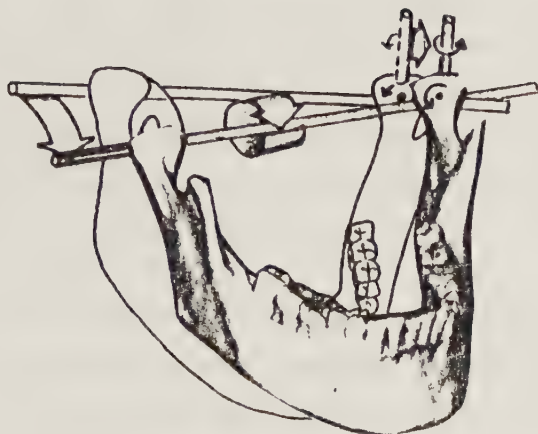


Abb. 9: Bennettbewegung.

Seitwärtsbewegung des Unterkiefers
nach links.

Arbeitsseite links: nach außen ro-
tierende linker Kondylus.

Mediotrusionsseite rechts: rechter
Kondylus wandert nach abwärts,
vorwärts und einwärts und beschreibt
den sog. Bennettwinkel

11. Bennettwinkel:

Wird gebildet durch die Kondylenbahn der Mediotrusionsseite mit der Medianebene bei der Lateralbewegung. Er wird dargestellt durch die Projektion folgender zwei Geraden auf die Frankfurter Horizontale:

- a) eine Parallele zur Medianebene
- b) eine Gerade, die Anfang und Ende der Bahn eines Kondylenpunktes bei der Mediotrusionsbewegung verbindet

12. Kondylenbahn:

Ist eine Bahn, die ein bestimmter Punkt des Kondylus während der Bewegung durchläuft. Dieser Punkt liegt auf der Scharnierachse.

13. Kondylenbahnwinkel:

Wird gebildet durch die Projektion folgender Geraden auf die Medianebene:

- a) eine Parallele zu einer durch Schädelbezugspunkte festgelegten Geraden. Die jeweiligen Bezugspunkte sind anzugeben (z.B. Frankfurter Horizontale, Scharnierachse - Orbitalebene)

b) eine Gerade, welche gegeben ist durch die Verbindung zweier Punkte der Kondylenbahn. Der erste Punkt gibt die terminale Scharnierachsenposition an, der zweite Punkt liegt protrusiv davor.

14. Inzisalführung:

Ist die durch das Gleiten der Unterkieferfrontzähne an den Oberkieferfrontzähnen bedingte Führung des Unterkiefers bei der Protrusion.

15. Balancierte Okklusion:

Kontakte, die während aller Bewegungen des Unterkiefers auf der Laterotrusions- und Mediotrusionsseite regelmäßig auftreten.

16. Okklusionsebene:

Eine Ebene, die am bezahnten Kiefer dargestellt wird und durch 3 Punkte bestimmt ist; Berührungspunkte der Schneidekanten der unteren mittleren Schneidezähne und der distobukkalen Höcker der zweiten unteren Molaren in habitueller Interkuspitation oder zentraler Okklusion.

17. Scharnierachse - Orbitalebene:

Verläuft horizontal von den gefundenen
Scharnierachsenpunkten zu den unteren Rän-
dern der Orbita.

4.2 Zum Verfahren der instrumentellen Funktionsanalyse

In einem gut funktionierenden stomatognathen System harmonisieren alle Anteile, kontrolliert und koordiniert durch das neuro-muskuläre System. Kommt es irgendwo im System zu einer Störung, kann diese durch die individuelle Adaptationsfähigkeit unterdrückt werden, oder aber es können dadurch pathologische Prozesse im System ausgelöst werden. So kann eine okklusale Interferenz eine Umprogrammierung der neuro-muskulären Reflexe über die Propriozeptoren des Parodonts provozieren. Um nun zu verhindern, daß das Parodontium eine Traumatisierung erfährt, wird das Bewegungsmuster des Unterkiefers umgestellt. Diese Umfunktionalisierung kann aber Fehl- und Überbeanspruchung einzelner oder mehrerer Muskelgruppen hervorrufen. Es können dann parafunktionelle Unterkieferhaltungen (Pressen) oder Unterkieferbewegungen (Knirschen) als Ausdruck übersteigerter Muskelfunktionen beobachtet werden.

Um nun Dysfunktionen des Kauorgans zu eliminieren, ist es von größter Bedeutung, die okklusalen Fehlkontakte schnellstens und exakt aufzuspüren. Dies ist Aufgabe der instrumentellen Funktionsanalyse, deren Ausgangs- und Bezugspunkt die Terminale Scharnierachse ist. Sie verbindet die Rotationszentren der

beiden Kondylen miteinander, wenn sich die Kondylen in ihrer rückwärtigen, nicht seitenverschobenen Lage in den Gelenkpfannen befinden. Diese Achse des Patienten muß nun mit der Achse eines individuellen Artikulators in Einklang gebracht werden. Die beiden Scharnierachsenpunkte und ein dritter Bezugspunkt ergeben eine definierte und reproduzierbare Ebene, zu der die Oberkieferzahnreihe in Relation gebracht werden kann. Mit einem Gesichtsbogen, der auf diese drei Bezugspunkte eingestellt wird, kann die Beziehung registriert und auf einen Artikulator übertragen werden. (Abb. 10)

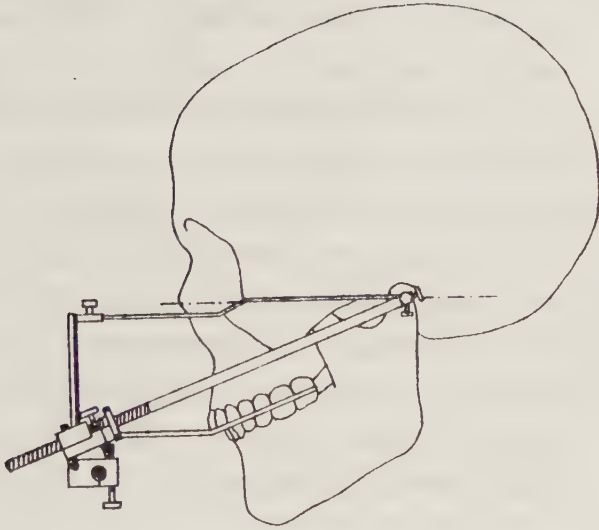


Abb. 10: Gesichtsbogenübertragung:

Übertragungsbogen auf die Scharnierachsenpunkte
und Unterrand der Orbita eingestellt

Die Modelle der Oberkieferzahnreihe können dann entsprechend der Scharnierachsen- Orbitalebene in einem Artikulator montiert werden. Der Unterkiefer wird nun in der retralen Kontaktposition über ein Registrat (Wachs, kaltpolymerisierender Kunststoff oder Zinnfolie) dem Oberkiefer zugeordnet. Da die Registrare über verschiedene Stärken verfügen, ist die Vertikaldimension nicht immer die gleiche. Die Fehler, die sich bei einer nicht exakten, gemittelten Scharnierachsenlokalisation ergeben können, werden später noch diskutiert werden.

Die Grenzbewegungen des Unterkiefers können über Wachsregistrare, neuerdings wesentlich genauer über Quick-Analizer-Systeme (Minipantographie) oder aber über die große Pantographie erfaßt werden. Auf diese Weise kann bei den lateralen Grenzbewegungen der Bennettwinkel ermittelt werden, während über die Protrusionsbewegung, die ja keine Grenzbewegung darstellt, die horizontale Kondylenbahnneigung (HKN) bestimmt wird.

5.0 KRITISCHE LITERATURÜBERSICHT ZUR TERMINALEN SCHARNIERACHSENPOSITION

5.01 Einführung in die Achsentheorie

Das Prinzip gnathologischer Behandlungsmethoden ist die exakte Reproduktion der Unterkieferbewegung zum Oberkiefer in Relation zu den Kiefergelenken. Es muß also ein Weg gefunden werden, um diese Bewegung in der "Schlußbißposition", aber auch bei Protrusions- und Lateralbewegungen in ein Instrument mit den Gipsmodellen eines Gebisses - in einen sog. individuellen Artikulator - zu übertragen.

Während der Unterkiefer sechs Freiheitsgrade der Bewegung besitzt, können alle Artikulatoren, die heute zur Verfügung stehen, diese Bewegung nicht simulieren.

Eine Bewegung kann jedoch immer in allen individuellen Artikulatoren erfaßt werden: Die Rotation um eine transversale Achse. Diese Rotation vermag die Mandibula auszuführen. Dies wird bei unseren

Maßnahmen vor allem dann wichtig, wenn Änderungen der vertikalen Dimension diskutiert werden müssen.

FISCHER (1935) und POSSELT (1952) haben in Untersuchungen festgestellt, daß die Bewegung des Unterkiefers eine Kombination von Dreh- und Gleitbewegungen darstellt. Andererseits aber ist es dem Unterkiefer möglich, eine reine Rotationsbewegung durchzuführen. Diese Rotation findet in einer rückwärtigen Grenzposition der Unterkieferbewegung statt, nämlich in der sogenannten "Terminalen Scharnierachsenposition".

Viel ist seither über diese Position geschrieben worden. Viele Autoren glauben, daß zu Diagnosezwecken und zur Restaurierung diese Rotationsbewegung im Artikulator reproduzierbar sein muß. Tatsächlich darf angenommen werden, daß die Längsachsen der Kondylen nicht in einer geraden Linie liegen, sondern einen Winkel bilden, so daß es vom anatomischen Standpunkt aus gesehen unmöglich erscheint, daß beide Kondylen simultan um eine gemeinsame Achse rotieren können.

Andere Autoren bezweifeln aus den oben genannten Gründen überhaupt die Möglichkeit einer Achsenbestimmung.

Viele Autoren nehmen an, daß diese Bewegung unphysiologisch und ohne klinischen Wert sei. Andere Autoren jedoch, vor allem in letzter Zeit, glauben, daß die Bestimmung der terminalen Scharnierachsenposition eine äußerst wichtige Rolle für die Diagnose und Behandlung einer temporomandibulären Dysfunktion spiele.

Um eine exakte Rotationsbewegung der Mandibula festzustellen, ist es notwendig, die Terminale Scharnierachsenposition exakt zu ermitteln, wobei die Genauigkeit der Bestimmung von mehreren Faktoren abhängt.

5.2 Geschichtliches zur Achsentheorie

Bereits vor 1900 sind Publikationen bekannt, die sich mit der Unterkieferbewegung befassen, 1737 beschrieb der Anatom MONRO (erwähnt bei BOSMAN 1974)

diejenigen Muskeln, die den Unterkiefer bewegen. Wie viele andere Anatomen jener Zeit glaubte er an eine simple Scharnierbewegung bei der Mundöffnung, wie in anderen Gelenken des Körpers auch. Um den Kondylus davor zu bewahren, nach vorne zu gleiten, sind diejenigen Muskeln, die den Mund öffnen, so gelagert, daß sie während ihrer Tätigkeit auch den Unterkiefer zurückziehen müssen. Die Achse, um die diese Rotation stattfindet, verläuft nach MONRO durch beide Kondylen, gerade unterhalb der Oberfläche.

FERREIN unterschied 1744 vier prinzipielle Bewegungen des Unterkiefers. Vorwärtsbewegung, Rückwärtsbewegung, Lateralbewegung und die Bewegung des Herabziehens und des Hebens. Er glaubte an eine simple Rotation bei der Öffnungsbewegung wobei die Kondylen nicht in der Fossa glenoidalis bleiben, sondern am Abhang des Tuberculum articulare nach vorne wandern. Nach FERREIN bewegt sich der Unterkiefer um eine variable Achse, die durch den aufsteigenden Ast oder kurz dahinter verläuft.

Wenn der Mund zu einer weiten Öffnung gezwungen wird, steigt die Achse und nähert sich den Kondylen.

HUNTER (1771) sagt aus, daß mit dem Herabziehen des Unterkiefers sich auch der Kondylus dreht und zur selben Zeit ein wenig vorwärts bewegt. Demnach wäre der Rotationspunkt unmittelbar unter den Kondylen gelegen, in einer Linie vom Kondylus zum Kieferwinkel.

LANGER (1860) unterstützt generell die Resultate von FERREIN. Er bemerkt jedoch, daß bei Leichen kein Gleiten der Kondylen während der Öffnung feststellbar wäre, daß andererseits die Kondylen in der Kavität des Discus articularis rotieren. LANGER kannte bereits annähernd die Rotationsachse der Kondylen. Er folgerte aus seinen Untersuchungen, daß die Achse der Rotation von der Form der Kondylen abhängig sei.

LUCE (1889) kritisierte die Tatsache, daß lediglich Leichen zur Demonstration der Unterkieferbewegungen benützt wurden. Er teilte bereits die Regulation und Koordination der Unterkieferbewegungen dem Synergismus und Antagonismus der verschiedenen Muskeln zu. LANGER stellte ferner fest, daß an Leichen bei einer kleinen Öffnung (weniger als ein Zentimeter) die unteren Schneidezähne in der Sagittalebene unter den ersten Molaren zu liegen kommen. Dies konnte bei Lebenden nicht beobachtet werden, auch dann nicht, wenn der Unterkiefer forciert nach hinten geschoben wurde. Die unteren Inzisivi kamen nicht weiter zurück als hinter den oberen Eckzahn. LANGER glaubte, daß beim Lebenden die Bewegung der unteren Inzisivi so sanft gekrümmt wäre, daß das Zentrum der Bewegung nicht im Unterkiefer selbst liegen konnte, sondern hinter dem aufsteigenden Ast. Er folgerte, daß sich die Öffnungsbewegung des Unterkiefers aus einer Rotationsbewegung und aus einer Vorwärtsbewegung zusammensetzt. So tragen in der Bewegung die Kondylen die Rotationsbewegung und die Achse wandert mit der Bewegung hin zum Tuberculum articulare.

1840 stellte EVANS einen Artikulator vor, der diesen Überlegungen Rechnung trug. Dabei war darauf geachtet, daß die oberen und unteren Gipsmodelle bei der Herstellung von Totalprothesen in korrekte Kontaktbeziehung traten. Nun war die Suche nach der Achse keine akademische Frage mehr. Für die Nachahmung der Öffnungsbewegung war die genaue Beziehung zwischen den Modellen und der Rotationsachse des Artikulators entscheidend.

BONWILL (1887) entwickelte einen Artikulator mit solchen Bewegungsmöglichkeiten, daß angeblich alle Mechanismen des Unterkiefers nachzuahmen waren. BONWILL war der erste 1887, der die Wichtigkeit der genauen Beziehung der Modelle zum Artikulatorgelenk herausstellte. Er fand bei Untersuchungen von 2000 menschlichen Unterkiefern heraus, daß durchschnittlich ein Abstand von 4 Inches zwischen den beiden Kondylen war und daß von jedem Gelenk aus der gleiche Abstand zum mittleren Schneidezahn bestand. So bildet der Unterkiefer ein gleichseitiges Dreieck. 1899 wurde dies von BONWILL veröffentlicht. Von dieser Untersuchung her folgte

BONWILL, daß die Modelle so einzuartikulieren wären, daß der untere Inzisalpunkt jeweils 4 Inches von beiden Gelenken entfernt gelegen sein sollte.

LUCE (1889), MAREY (1894) und ULRICH (1896) entwickelten eine photographische Technik für die Registrierung der Unterkieferbewegungen.

WALKER entwickelte 1896 ebenfalls eine Technik, die der von LUCE ähnlich war. Er fand heraus, daß bei der Öffnungsbewegung des Unterkiefers ein Punkt zu finden war, der sich weder vorwärts noch rückwärts bewegte. Er lokalisierte diesen Punkt am Ende des Ramus, ungefähr 15 mm unterhalb der Oberfläche des Kondylus.

MORA (1895), GODON (1907) und PRENTISS (1923) gaben an, daß es einen bewegungslosen Punkt gibt, das Foramen mandibulare.

Der Gedanke, daß es eine feste Öffnungsachse bei der normalen Öffnungsbewegung gibt, ist zu jener Zeit (1895-1925) weitgehend akzeptiert.

GRAY (1864), HOFMANN und SCHWALBE (1877), TOMES (1889) und andere zeigten, daß bei kleinen Öffnungsbewegungen die temporomandibuläre Artikulation wie ein einfaches Scharnier funktioniert. Wenn die Mundbewegung jedoch größer wird, gleiten die Kondylen aus der Fossa glendoidalis zum Tuberculum articulare. Nach TOMES liegt die Achse, um die sich der Unterkiefer dreht, infolge der Biegung des Ramus, weit hinter der Fossa glendoidalis in einer Ebene mit den Kauflächen der Zähne.

CONSTANT stellte 1900 fest, daß eine weite Öffnung des Mundes ohne gleichzeitige Vorwärtsbewegung unmöglich ist. Diese Bewegung hat ihr Rotationszentrum direkt unterhalb des Kondylus an einen Punkt, der auf zwei Drittel der Geraden liegt, die durch die Fossa glenoidalis verläuft und die senkrecht auf die Linie fällt, die horizontal von der Basis des Kiefers kommt. Er stellte weiterhin fest, daß bei Kindern und alten Menschen, die ihre Zähne verloren haben, das Zentrum der Bewegung des Unterkiefers wieder im Kondylus liegt.

1901 beschrieben TOMES und DOLAMORE Experimente mit photographischen Aufzeichnungen von Unterkieferbewegungen auf Rußpapier. Während der Öffnung bewegt sich der Unterkiefer auf einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt 1 - 1,5 Inches unterhalb und hinter dem Kondylus liegt.

1897 stellte GRAY fest, daß die Scharnierbewegung und die Gleitbewegung zur gleichen Zeit ablaufen. TURNER formuliert 1907, daß der Unterkiefer um eine horizontale Achse durch die Kondylen rotiert, wobei diese selbst nach vorwärts und abwärts wandern. So wird das Gleiten mit einer Rotation kombiniert. Auch später hatten immer noch viele Autoren die Vorstellung, daß bei kleinen Öffnungsbewegungen die Kondylen einfach um eine transversale Achse rotieren.

PARFIT (1903) erklärte, daß die Grenze dieser Rotation bei 6 mm Inzisalkantenabstand liege.

CAMPION (1905) nahm 10 mm an und SNOW (1911) 7 - 12 mm

PROTHERO (1908 und 1916) glaubt, daß eine Scharnierbewegung bei der initialen Öffnungsbewegung stattfindet. Andere FRANK (1909) BREUER (1910) RUMPEL (1911) und HALL (1929) nehmen an, daß die

Achse der Rotation nicht im Kondylus zu suchen sei, sondern in einiger Entfernung davon.

5.3 Die Vorstellung von der beweglichen Achse

CHISSIN (1906) betrachtet die Öffnungsbewegung als eine Summe von unzähligen kleinen Teilbewegungen. Für jede Teilbewegung kann eine momentane Achse gefunden werden. Es zeigt sich dabei, daß, wenn die Mundöffnung in drei gleiche Teile geteilt wird, die drei dazugehörigen Achsen nicht übereinstimmen. Die Achse des letzten Teiles ist in der Nähe des Kondylus zu finden, CHISSIN lokalisierte die momentane Achse des ersten Teiles der Mundöffnung hinter dem oberen Teil des Ramus der Mandibula.

Aus eigenen Untersuchungen kam BENNET (1908) zum selben Schluß, nämlich zur Vorstellung von der Bewegung. Das initiale Zentrum der Rotation ist unter und hinter dem Kondylus gelegen.

GYSI beschreibt 1910 exakt, daß die Kondylen in ihrer normalen Ruheposition bleiben, wenn die Kiefer nur wenig - entsprechend dem Überbiß - geöffnet

werden. So liegt konsequenterweise der Rotationspunkt dieser kleinen Öffnungsbewegung in der Achse der Kondylen. Nach GYSI muß nun dieser Rotationspunkt in die Öffnungsbewegung des Artikulators eingeführt werden, alles andere ist nebensächlich.

In späteren Veröffentlichungen (1912, 1915, 1926, 1929) fand GYSI die sofortige Vorwärtsbewegung der Mandibula bei der Öffnung und stellte fest, daß die Achse von Moment zu Moment wandert. Wenn man die gesamte Bewegung während der Öffnung des Mundes unterteilt, wie CHISSIN es beschrieben hat, so findet GYSI für jeden Teil eine momentane Achse. Nur der erste Teil der Öffnungsbewegung jedoch, mit seiner Achse 1 cm hinter dem Kondylus in der Okklusionsebene ist relevant für den Prothetiker. Dies ist die Achse, nach der die GYSI-Artikulatoren konzipiert sind.

Nach den Veröffentlichungen von CHISSIN, BENNETT und GYSI ließ die Diskussion um eine mögliche feste Achse nach und die meisten Autoren glaubten, daß die normale Mundöffnung eine zusammengesetzte

Bewegung aus Rotation und Translation sei. Dies wird (GRAY 1897) durch die Anatomie des Kiefergelenks gestattet, das aus zwei Gelenken besteht, einem zwischen dem Kondylus und dem Diskus articularis und dem anderen zwischen Discus articularis und Fossa glenoidalis. Die Rotation findet im unteren Gelenk, die Translation im oberen Gelenk statt.

5.4 Die Scharnierachse

ELTNER stellte in Veröffentlichungen 1909, 1911 und 1912 fest, daß die Suche nach einem Rotationszentrum der normalen Mundöffnung nutzlos und mathematisch unmöglich ist. Die Bewegung in der unteren Gelenkkammer ist eine reine Scharnierbewegung um eine transversale Achse, die Scharnierachse genannt wird und durch die Mitte der Kondylen geht. ELTNER behauptete die Scharnierbewegung könne von jedem Individuum ausgeführt werden, beginnend von der Okklusion der Zähne bis die rückwärtige Seite des Ramus den vorderen Teil des Processus mastoideus berührt. Das Kinn sollte durch die Hand des Zahn-

arztes unterstützt werden und der Patient öffnet den Mund, während er den Unterkiefer nach vorne bringt oder die Zunge rückwärts an den Gaumen legt. Er behauptete ferner, daß die Scharnierbewegung in der Regel verschieden ist von der normalen Öffnungsbewegung. Nach ELTNER wird die Okklusion der Zähne jedoch in der rückwärtigen Position der Mandibula erreicht. Deshalb, so folgerte er, ist eine Bißhebung eine ausschließliche Angelegenheit einer Scharnierbewegung in der unteren Gelenkkammer, wobei die Achse durch die Kondylen verläuft.

ANDRESEN (1912) lokalisierte die Achse durch das äußere Gelenkhöckerchen der Kondylen und zeigte eine kinematische Methode zur Achsenbestimmung.

Ähnlich wie ELTNER benutzte er einen justierbaren Gesichtsbogen, der an die Mandibula angelegt wurde und mit einem Schreibstift im Kondylenbereich versehen war. Man kann die Achse durch die Höckerchen der Kondylen finden, wenn man den Schreibstylus justiert, bis er sich bei kleinen Öffnungs- und Schließbewegungen nicht mehr bewegt.

Das Fundament aller späteren Arbeiten über die Scharnierachse wurde von folgenden drei Autoren gelegt: ELTNER durch seine Erkenntnis, daß die Rotation des Unterkiefers isoliert vor den Translationsbewegungen zu beobachten sei und daß die retrudierte Position der Mandibula, in der die Rotation durchgeführt wird, mit der Okklusion der Zähne korreliert.

ANDRESEN (1912) und LEHNE (1920) gaben eine präzise kinematische Technik zur Scharnierachsenlokalisierung an, so wie sie heute immer noch Gültigkeit hat. Keiner dieser Autoren verwandte diese Technik zur Bestimmung der isolierten Rotationsbewegung, sondern nur für die normale physiologische Öffnungsbewegung.

5.5 Die Scharnierbewegung

1924 behauptete KANTOROWICZ, daß die reine Scharnierbewegung in der unteren Gelenkkammer möglich sei, wenn der Kopf am Kinn unterstützt wird. Er stellte fest, daß die Scharnierbewegung durchgeführt werden kann, obwohl sie keine physiologische Bewegung darstellt.

1928 sagte der Anatom SICHER aus, daß die reine Scharnierbewegung beim Lebenden möglich ist. Diese Bewegung kann als freiwillige Bewegung durchgeführt werden, während der Unterkiefer hinten gehalten wird. Bei Leichen kann diese Scharnierbewegung bis zur größten Mundöffnung beibehalten werden, wogegen dies beim Lebenden nur bis zu zwei Drittel der Mundöffnung möglich ist. Gemäß SICHER (1929) ist diese Begrenzung auf die Kompression von Weichgeweben zwischen dem Ramus mandibulae und dem Processus mastoideus zurückzuführen.

FISCHER (1935 und 1939) studierte die Bewegungen der Mandibula und zeichnete eine dreidimensionale Figur auf, die vom unteren inzisalen Kontaktpunkt während der Grenzbewegung des Unterkiefers abgefahren wird. Er kam zu dem Schluß, daß keine Rückwärtsbewegung möglich ist, die von der Interkuspidationsstellung der natürlichen Zähne ausgeht und - wie ELTNER auch schloß - daß die Totalprothesen hinsichtlich der Okklusion so eingegliedert werden sollten, daß die Kondylen in der am meisten retrudierten Position in der Fossa glenoidalis liegen

sollten. Obwohl die Scharnierbewegungen und die physiologische Öffnungsbewegung verschieden sind (nach FISCHER), beginnen beide Bewegungen in der selben interkuspidalen Stellung der Kiefer. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen von ZASKE (1937), daß nämlich in einer gewissen Zahl von Fällen die Mandibula forciert zurückgeführt werden kann, nämlich etwa 1 mm hinter die interkuspidale Position.

5.6 Die Rolle der Gnathologie

Währenddessen kam der amerikanische Gnathologe MC COLLUM, der offensichtlich die europäische Literatur nicht kannte, unabhängig davon zur selben Technik der Achsenbestimmung wie ANDRESEN und LEHNE. In Veröffentlichungen 1926, 1929, 1938 und 1939 stellt er die Wichtigkeit der Scharnierachse des Unterkiefers aus zwei Gründen fest.

1. Wie ELTNER überlegte er, daß die Scharnierachse auch die Achse der zentralen Okklusion sein sollte. Dies bedeutet, daß die optimale, maximale Okklusion der Zähne in der selben rückwärtigen Position der Kiefer stattfinden sollte, die zur Durchführung der Scharnierbewegung notwendig sei. *

2. Mc COLLUM bezeichnete die Bestimmung der Scharnierachse als die wichtigste Registrierung, da sie den Ausgangspunkt aller anderen Registrierungen darstelle.

Der Kieferorthopäde STALLARD (1937) forderte, daß die Interkuspidation der Zähne mit der "Kondylären Zentrik" übereinstimmt. Er behauptete, daß der Zusammenschluß der Zähne nicht die zentrische Position der Mandibula bedinge. Dies wäre vielmehr der Fall, wenn man zunächst die Kondylen in ihrer rückwärtigen Position in den Kiefergelenken stabilisiere. Er erklärte, daß die Gelenke niemals sich an eine vor der Zentrik liegende Interkuspidation anpassen würden, da die Kondylen bei der Eliminierung der vorwärts ziehenden Frühkontakte sofort in ihre posteriore Position zurückgehen würden.

Mc COLLUM fügte 1938 hinzu, daß nur bei zentrischer Position der Mandibula, d.h. bei einer rückwärtigen Position der Kondylen in der Fossa, die Achse aufgezeichnet werden kann. Veränderungen

der Vertikaldimension können exakt nur dann durchgeführt werden, wenn die Öffnungs- und Schließachse des Artikulators mit der des Patienten übereinstimmt.

6.0 NEUERE UNTERSUCHUNGEN

Während Artikulatoren in früheren Jahren meistens für Totalprothesen entwickelt wurden, lenkte die "Gnathological Society", 1926 von MC COLLUM gegründet, die Aufmerksamkeit auf die Analyse und Behandlung des natürlichen Gebisses. Konsequenterweise war hier ein Bedarf für eine größere Genauigkeit. MC COLLUM entwickelte mit anderen einen Artikulator, der "Gnathoskop" genannt wurde. Nach seinen Angaben war dieser Artikulator in der Lage, Unterkieferbewegungen exakt nachzuahmen. Vier Jahre später, 1934, entwickelten STUART, WIGHTMAN, MC QUEN und MC COLLUM einen Gesichtsbogen, den sog. Gnathographen, mit dem die Aufzeichnung aller Unterkieferbewegungen möglich sein sollte. Kein interocclusales Wachsregistrat, das nur eine oder mehrere Positionen der Mandibula festhalten kann, wurde benötigt. Mit diesem Instrument wurden Aufzeichnungen mit einer Anzahl von Schreibstiften durchgeführt, wobei diese alle durchlaufenen Positionen aufzeichnen konnten. Von da an bis in die Gegenwart hat die Gnathological Society das gnathologische

Konzept immer wieder propagiert. Der wichtigste Punkt ist die zentrische Zuordnung des Unterkiefers zum Oberkiefer. Die Kondylen sind dabei in ihrer rückwärtigsten Position in der Fossa glenoidalis. Gnathologen erklärten die Bestimmung der Scharnierachsenposition zur wichtigsten Maßnahme bei restaurativen Behandlungen. Da die Scharnierachsenposition nur über die Rotation der Mandibula in ihrer rückwärtigsten Position ermittelt werden kann, wird diese Position auch die Terminale Scharnierachsenposition genannt. Die Frage, ob die ideale Position der Mandibula auch identisch mit der retrudierten Position ist, wird immer noch diskutiert.

Viele Autoren, z.B. GRANGER (1952, 1954, 1958, 1960), LUCIA (1953, 1960, 1961), THOMPSON (1954), KORNFIELD (1955), VOHEN (1960), KAPLAN (1963), DE PIETRO (1963) und KAHN (1964) sagen, daß beide Positionen übereinstimmen. Ihre Aussagen basieren auf langjährigen klinischen Untersuchungen, die aufzeigen, daß der Gebrauch der Scharnierachsenposition physiologisch akzeptiert wird.

6.1 "Die Theorie zweier unabhängiger Achsen

PAGE (1951, 1955, 1958), RADER (1955), HOFFMANN (1958), BREKKE (1959), SLAVENS (1961) und MESSERMAN (1963) behaupteten, daß die Mandibula mit einem oder beiden Kondylen in der terminalen Scharnierachsenposition schließt. Sie zogen ferner den Schluß, daß bei einem Individuum beide Kondylen niemals infolge von Größe, Oberflächengestaltung und der Positionsbeziehung symmetrisch ausgerichtet sind. Sie nahmen weiter an, daß jeder Kondylus seine eigene transversale Achse besitzt, die unabhängig voneinander zu bestimmen sei und daß jede Achse, indem sie zur Rotationskurve rechte Winkel bilde, vollkommen unabhängig von der anderen sei. Beide nicht übereinstimmenden Interkondylarachsen sind im sog. Transographen, von o.g. Autoren entwickelt, dargestellt. Diese sog. "Spaltachsen" zeigen sich in einer Deviation der Mandibula während der Öffnungs- oder Schließbewegung.

Um die Drehbewegung des Artikulators der mandibulären Abweichung während der Öffnungs- und Schließ-

bewegung anzupassen, wurde der Transograph sehr flexibel gestaltet. Die Gültigkeit dieses Konzeptes der zwei unabhängigen transversalen Achsen zeigt sich nach Ansicht dieser Autoren durch die Annahme von verschiedenen Wachsregistraten, die in ihrer Dicke zwischen 2 und 18 mm variieren und im genauen Scharnierschluß im Artikulator.

WEINBERG (1959) verwarf die Überlegung von zwei unabhängigen Achsen auf theoretischer Basis.

Die Frage, ob eine oder zwei Scharnierachsen existieren, wurde experimentell von LAURITZEN und BODNER (1961), LUCIA (1961) und dem Scharnierachsenkomitee der New York Academy of Prosthodontics, ebenso wie von AULL (1963) geklärt. In diesen Untersuchungen wurde die Scharnierachse auf jeder Seite bestimmt, einmal ganz nahe an der Hautfläche und einmal in 12 Inches Abstand.

Die Existenz zweier unabhängiger Achsen hätte eine Inkongruenz der beiden unabhängig voneinander bestimmten Scharnierachsenpunkte bedingt. Alle Untersucher jedoch berichten, daß die vier Achsenpunkte in einer Linie lagen - eine Tatsache, welche die Zwei-Achsen-Theorie ausschließt.

6.2 Lage der Scharnierachsenposition

SCHUYLER (1929, 1953, 1959) glaubt zwar an die hohe Effizienz der Scharnierachsenbestimmung, wobei dies seiner Meinung nach nicht ohne Fehler geschehen könne. Von der rückwärtigen Position aus sollte es deshalb der Mandibula erlaubt sein, sich ohne okklusale Interferenz um 0,75 mm vorwärts zu bewegen. Diese Bewegungsfreiheit in antero-posteriorer Richtung sollte in allen festen und herausnehmbaren Restaurationen eingebaut sein. Sie wird als "Long Centric" oder "Freie Zentrik" in der Okklusion auch von PANKEY und MANN (1960) und BEYRON (1969, 1973) akzeptiert. Gemäß RAMFJORD (1973) sollte diese Freiheit 0,5 mm oder weniger betragen. Mc.LEAN (1939, 1942) stellte fest, daß der zentrische Schluß in der Scharnierachsenposition stattfindet, daß diese aber nicht notwendigerweise die retralste Position sein muß, in die der Kiefer geführt werden kann. Die "echte Zentrik" ist nach ihm die rückwärtigste Position, die der Patient bequem einnehmen kann und von der aus der Unterkiefer leicht und bequem Bewegungen ausführen kann.

GERBER (1971) warnte eindringlich vor der retralsten Position der Mandibula. Diese verursache eine unphysiologische, disto-kaudale Verlagerung der Kondylen, die zu einer vertikalen Erhöhung im Molarenbereich und einer vertikalen Absenkung im Bereich der Prämolaren führen könne. GERBER und WEINBERG wollten diese funktionellen Beziehungen der Mandibula mit Röntgenkontrolle der Kondylen in der Fossa mandibularis nachweisen.

Zahlreiche Autoren wie HALL (1929), KURTH (1938, 1942, 1951), BOOS (1940), SICHER (1956), POSSELT (1958), TEMPEL (1959), OSBORNE (1966) und JANKELSON (1973) geben die physiologische Position der Mandibula 0,5 - 2 mm vor der retralen Position an. In einer elektromyographische Studie konnte MOYERS (1956) bestätigen, daß nur 32 % der Erwachsenen in der retralsten Position Muskelrelaxation und Muskelgleichgewicht zeigen.

6.3 Zur Frage der physiologischen Funktion der
Grenzbewegung

Gegner der Scharnierachsentheorie bemängeln, daß ihre Bestimmung nur dann möglich wird, wenn die Mandibula durch eine Anzahl von unphysiologischen Grenzbewegungen geführt wird. Die Frage, ob die retrale Position des Unterkiefers auch bei funktionellen Bewegungen eingenommen würde, war lange Zeit äußerst umstritten. RAMFJORD und ASH (1971) behaupteten, daß die Zentrik eine funktionelle Grenzposition der Mandibula beim Schlucken darstellt. Diese funktionellen retralen Kontakte wurden auch von JANKELSON (1953) beobachtet. GRAF und ZANDER (1963) suchten Zahnkontakte durch intra-orale Telemetrie. Während des Kauvorganges werden keine Kontakte auf oberen und unteren Zähnen in retralen Positionen gefunden. Diese jedoch ergeben sich häufig während der Schluck- und Reinigungsbewegung ebenso wie bei der Interkuspidation. In einer späteren Untersuchung von BUTLER und ZANDER (1968) wurden retrale Kontakte vor und während des Schluckaktes gefunden.

PAMEIJER, BRION, GLICKMANN und ROEBER (1968, 1969, 1970) benützten ein intraorales telemetrisches System, welches es ihnen erlaubte, Zahnkontakte in drei verschiedenen Positionen der Mandibula gleichzeitig zu suchen und fanden nach einer okklusalen Adjustierung, welche die vorhandenen Fehlkontakte aus der retralen Position ausschaltete, daß die Anzahl der Zahnkontakte während des Schluckens unverändert blieb.

SHEPPARD und SHEPPARD (1971) beobachteten, daß die Zahnkontakte in der retralen Position des Unterkiefers temporär gesehen sehr kurz sind.

PAMEIJER (1973) gibt als durchschnittlichen Zahnkontakt 8 - 10 Minuten am Tag an, weist aber darauf hin, daß in der restlichen Zeit eine dynamische okklusale Beziehung durchaus vorhanden ist.

RAMFJORD (1961) berichtete über eine elektromyographische Untersuchung bei Patienten mit Bruxismus, wobei er aussagte, daß ein harmonisches muskuläres Kontraktionsmuster nur aufrecht erhalten

werden kann, wenn vorher eine okklusale Adjustierung erfolgte, die das Gleiten von der Zentrik in die habituelle Interkuspidation eliminiert und eine stabile Okklusion in der Terminalen Scharnierachsenposition gewährleistet. Aus diesen klinischen Untersuchungen ermittelte RAMFJORD, daß bereits eine okklusale Diskrepanz von 0,1 mm vor der Zentrik während des Schluckaktes verantwortlich für Muskelspasmen sein kann.

POSSELT (1971) zeigte bei Patienten mit Kiefergelenkbeschwerden auf, daß eine okklusale Adjustierung, die Vorkontakte in der retralen Position beseitigt, eine Reduzierung oder Eliminierung der Muskelspasmen bewirkt.

REYNOLDS (1970) ermittelte in einer Studie an 50 kariesfreien Probanden, daß in der Terminalen Scharnierachsenposition maximale Interkuspidation bestand und die Anzahl der Schliffacetten dadurch signifikant geringer war.

BEYRON stellte 1873 fest, daß Frühkontakte in der retralen Position exzentrischen Bruxismus hervorrufen können.

6.4 Die Scharnierbewegung

FISCHER (1935) und POSSELT (1952) beschrieben die Bewegung der Mandibula in ihrer rückwärtigsten Position als eine Rotation, ebenso WOELFEL, HICKEY und RINEAR (1957) in einer elektromyographischen Studie, wobei sie Nadelelektroden in die Mm.pterygoidei laterales stachen. Während der Scharnieröffnung war keine Aktivität dieser Muskeln zu beobachten. Die Autoren schlossen daraus, daß keine Vorwärtsbewegung der Kondylen in der Fossa stattfand, da dies nur das Resultat einer Aktion der Mm.pterygoidei laterales sein konnte. POSSELT (1952, 1957, 1968) berichtete aus seinen Studien über die Unterkieferbewegungen, daß diese Terminale Scharnierbewegung einerseits freiwillig durch eine kraftvolle Kontraktion der mittleren und posterioren Fasern der Mm.temporales durchgeführt werden kann, andererseits aber auch passiv möglich ist, dann nämlich, wenn der Patient seine Kaumuskeln entspannt und der behandelnde Zahnarzt selbst die Führung übernimmt.

SICHER (1964) schreibt die freiwillige Retrusion der Mandibula den posterioren Bündeln der Mm.temporales zu, den tiefen Portionen der Mm.masseters und manchmal auch den Mm.digastrici und Mm.geniohyoidei. COHEN (1960) schlägt den Gebrauch eines elastischen Kopfbandes als mechanische Hilfe zur Retrusion vor.

6.5 Die retrale Position

Weiterhin sind viele Autoren uneins über den Begriff "retrale Position". POSSELT (1952) fand, daß der Unterkiefer nicht meßbar rückwärts von der Pfeilwinkelspitze disloziert werden kann. ZOLA und ROTHSCHILD (1961) studierten die retrale Position der Mandibula mit verschiedenen Techniken an 25 Individuen. Sie fanden heraus, daß im Durchschnitt die retrusive Bewegung bei 24 Patienten die gleiche war, ob der Behandler leicht führte, ob er forciert den Unterkiefer nach hinten bewegte oder ob der Patient den Unterkiefer selbst mit eigener Muskelkraft nach hinten holte. ZIEBERT und KNAP (1973) fanden auch eine gleiche Rückwärtsbewegung

der Mandibula, sowohl mit der Hand des Behandlers als auch durch Rückwärtsbewegung durch die Muskelkraft des Patienten selbst; sie schlossen daraus, daß eine distale Verlagerung des Kondylus hinter den physiologischen Bereich bei einem g e s u n d e n Kiefergelenk klinisch unmöglich ist.

L.J. BOUCHER (1961) und Mc MILLAN (1972) machten zur Bewertung der limitierenden Faktoren der Unterkieferbewegungen folgende aufschlußreiche Untersuchung: Beide verabreichten einer Gruppe von Probanden Curarepräparate und konnten dann den Unterkiefer über die ursprünglich retrahale Position hinaus nach rückwärts führen.

INGERVALL, KELKIMO und CARLSSON (1971) führten verschiedene Druckbewegungen an Unterkiefern von Patienten aus. Sie fanden eine signifikante Reproduzierbarkeit der mandibulären Anterior-Posterior-Position, wenn dieselbe Kraft aufgewendet wurde. Mit einem Distaldruck von 2,5 kg wurde die Mandibula 0,066 mm weiter zurückgeführt als mit 1,5 kg und um 0,16 mm mehr als mit 0,5 kg Druck.

Da verschiedene Rückbewegungskräfte unterschiedliche rückwärtige Positionen ergeben, forderte RAMFJORD (1973), den Unterkiefer bei der Einnahme der retralen Position nur leicht zu führen und keine zusätzliche Kraft aufzuwenden.

Unterschiedliche Meinungen wurden darüber vorgebracht, welche anatomischen Strukturen die retrale Position der Mandibula begrenzen. Während ARSTADT (1957), BREKKE (1959) und POSSELT (1952) die Gelenkkapsel dafür verantwortlich machten, schrieb SICHER (1964) im Gegensatz zu seiner früheren Ansicht (1929) die Begrenzung der Rückwärtsbewegung nicht der Kompression der Weichgewebe im Raum hinter den Kondylen zu, sondern ausschließlich der Dehnung der horizontalen Bündel des Ligamentum temporomandibulare. SICHER leitet daraus die Singularität und gute Definierbarkeit der Scharnierachse ab.

Nach Meinung von ZOLA (1963) und SAIZAR (1971) übernimmt der Discus articularis die Aufgabe, die rückwärtige Position der Mandibula zu stabilisieren.

SAIZAR sagt aus, daß die Kondylen durch die Disci vor einer forcierten Rückwärtsbewegung bewahrt werden, indem sich die rückwärtigen superioren Flächen des Diskus gegen die knöchernen Anteile der Fossa glenoidalis legen. So wird die Pufferfunktion des Diskus zwischen den knöchernen Anteilen des Gelenkes erklärt.

Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von BOUCHER (1961, 1962) und seinen experimentellen Untersuchungen. Nach Durchtrennung der Ligamenta, einseitig und beidseitig, fand er keinen Unterschied bei der Rückführung des Unterkiefers in die retrale Position, woraus er schloß, daß der Kaumuskulatur die Rolle des limitierenden Faktors zufällt.

6.6 Die Signifikanz der Scharnierachse

In der Annahme, daß die "Most Retruded Position" der Mandibula bei vorgegebener Vertikaldimension eine Position der Terminalen Scharnierbewegung ist und daß sie in der restaurativen Zahnheilkunde von größtem Nutzen ist, differieren die Meinungen sehr stark über den klinischen oder lediglich wissenschaftlichen Wert. Die Lokalisation der Scharnierachse ermöglicht es, die Beziehung der Zähne zur Achse dreidimensional darzustellen. Mit einem Gesichtsbogen kann diese Beziehung übertragen werden, um die Modelle der Kiefer zur Achse auszurichten. Wenn die vertikale Dimension der Modelle geändert wird, so ist eine Übertragung der Kieferbeziehung über die Achse äußerst wichtig. Die Änderung der Vertikaldimension kann bei der Herstellung von Totalprothesen ebenso wichtig sein wie bei der Simulation oder Kontaktbeziehung von natürlichen Zähnen, nämlich dann, wenn Wachregistre verschiedener Stärke verwendet werden (BROTMAN 1960). POSSELT (1968) sagt aus, daß die Übertragung der Scharnierachse eines Patienten es gestattet, jede Position der Terminalen

Scharnierbewegung zu erfassen, einschließlich der retrudierten Kontaktposition. Dies ist notwendig, wenn man intraorale Registrature anfertigt und das Unterkiefermodell in den Artikulator überträgt, da zwei Wachsregistrature nur selten gleich dick sind. Mit einer exakten Reproduzierbarkeit der Terminalen Scharnierposition kann die Genauigkeit der Montage ermittelt werden. Diese Kontrolle eines Registrates, wie sie auch LUCIA (1961) verwendet, kann durch eine Maßnahme im Artikulator vorgenommen werden, die als Split-cast-Methode bekannt ist.

POSSELT (1968) und KAPLAN (1963) führten in die Überlegung ein, daß auch alle anderen Registrature auf die Scharnierachse der Mandibula bezogen werden sollen. So kann nach der Reproduktion der Scharnierbewegung jede Exkursionsgrenzbewegung des Unterkiefers korrekt wiedergegeben werden.

WEINBERG (1959) und SHORE (1959) machten deutlich, daß die transversale Scharnierachse zusammen mit einem anderen anterioren Punkt eine Ebene festlegen, die es ermöglicht, den Oberkiefer schädel-

gerecht in den Artikulator zu montieren.

Während eine Anzahl von Autoren (z.B. COLLET 1955, BROTHMANN 1960, AULL 1963) die Notwendigkeit einer Scharnierachsenbestimmung und deren Übertragung in den Artikulator fordern, halten andere sie für nicht ermittelbar bzw. für unnötig.

CRADDOCK und SYMMONS (1952) stellten fest, daß die Suche nach der Scharnierachse nur von akademischem Interesse sein kann, da sie niemals mehr als nur wenige Millimeter vom Kondylenzentrum entfernt liegt.

KURTH und FEINSTEIN (1951), BORGH und POSSELT (1958) schlossen aus Experimenten mit mechanischen Abweichungen, daß es mit der kinematischen Methode nicht möglich sei, eine exakte Achse festzulegen.

TRAPOZZANO und LAZZARI (1967) fanden, daß auch mit einem justierbaren Gesichtsbogen eine Achsenbestimmung zu ungenau sei. In ihren Untersuchungen lokalisierten sie bei jedem Probanden auf jeder Seite mehrere Achsenpunkte. Deshalb forderten sie, im

Artikulator auf keinen Fall die vertikale Dimension zu verändern.

6.7 Die arbiträre Achse

Eine andere Gruppe von Autoren glaubt, daß der Gebrauch eines Gesichtsbogens zur exakten Relationsbestimmung von Oberkiefer und Unterkiefer zwar angezeigt ist, daß aber zusätzlich die genaue Scharnierachsenbestimmung unnötig sei. Sie justieren den Gesichtsbogen auf einen gemittelten Scharnierachsenpunkt. Es gibt diverse Möglichkeiten zur Arbitären Scharnierachsenbestimmung. Sie alle gehen von Markierungen auf der Haut aus, die in einer Linie von einem Teil des Ohres zum lateralen Augenwinkel liegen.

SCHALLHORN (1957) verglich die Lokalisation der kinematisch bestimmten Scharnierachsenpunkte mit einem 13 mm vor dem rückwärtigen Rand des Tragus angenommenen Punkt. Er fand heraus, daß in 95 % der Fälle die Achsenpunkte in einem Radius von 5 mm um den arbiträren Achsenpunkt verstreut lagen und schloß daraus, daß der Gebrauch einer arbiträren Achse gerechtfertigt sei, da ein Irrtum von 5 mm im erlaubten Bereich liege.

LAURITZEN UND BODNER (1961) maßen die Distanzen zwischen arbiträren und exakt bestimmten Scharnierachsenpunkten bei 50 Patienten. Sie kamen zu dem Ergebnis, daß nur 33 % der individuell bestimmten Scharnierachsenpunkte innerhalb des 5 mm-Radius lagen, dessen Mittelpunkt 13 mm vor dem Porus acusticus externus angenommen wurde.

TETERUCK und LUNDEEN (1966) nahmen ebenfalls einen gemittelten Scharnierachsenpunkt 13 mm vor dem Tragus an mit einem Radius von 6 mm und ermittelten mit einem speziellen Gesichtsbogen, daß 56,4 % der Fälle innerhalb des Radius lagen und nach Korrektur sogar 75,5 % der Fälle. Deshalb hielten sie den Gebrauch ihres Schnellübertragungsbogens für ausreichend. GERBER (1970) befürwortete den Gebrauch eines Gesichtsbogens, der seine Achsenpunkte von der Palpation der lateralen Pole herleitet.

FUCHS und SCHUBERT (1978) haben den von TETERUCK und LUNDEEN angegebenen Bogen für ihre experimentellen Untersuchungen benutzt und fanden dabei heraus, daß bei der mehrfachen Anlegung dieses Gesichtsbogens an ein- und demselben Patienten Montagefehler bis

zu 6 mm auftreten konnten. Auf Grund dieses Ergebnisses forderten sie, den Bogen lediglich bei diagnostischen Funktionsanalysen, nicht jedoch bei therapeutischen Maßnahmen (z.B. Restaurationen mit Hilfe der Aufwachstechnik) einzusetzen.

6.8 Mathematische Überlegungen zur Scharnierachsenposition

Abgesehen von der klinischen Evidenz von Abweichungen zwischen arbiträrer und individuell bestimmter Achse, haben einige Autoren versucht, rechnerisch die Fehlerquote, die bei Mißachtung der exakten Scharnierachse auftritt, zu ermitteln.

Eine Berechnung von CRADDOCK und SYMMONS (1952) zeigt, daß eine Fehlmontage der Modelle von 2 mm nach vorne eine Dysklusion der Zähne von 0,3 mm in der Molarenregion ergibt, die eine Reduktion von 0,5 mm in der Inzisalregion beim Einschleifen erfordern würde. Sie folgerten daraus, daß diese Diskrepanz zu klein sei, um den Gebrauch eines Gesichtsbogens bei der Anfertigung von Totalprothesen zu rechtfertigen.

ARSTADT (1954) fand heraus, daß eine Abweichung von 5 mm von der Scharnierachse lediglich einen Irrtum von 0,2 mm im Artikulator erbringt, d.h. nach einer Scharnierbewegung von 2 mm im Artikulator haben die Molaren des Unterkiefers 0,2 mm mesial und distal ihrer wirklichen Position im Mund Kontakt.

WEINBERG (1959, 1973) kam zu ähnlichen Ergebnissen. Ein Abweichen von 5 mm hinter der Scharnierachse bei der Übertragung in den Artikulator mit einem Wachsregistrator von 6 mm Dicke im inzisalen Bereich, bringt einen Fehler in der Horizontalebene von 0,19 mm im Bereich der 2. Molaren und von 0,1 mm im inzisalen Bereich. WEINBERG schloß daraus, daß diese Abweichung zu vernachlässigen und somit eine arbiträre Achsenbestimmung ausreichend sei.

BROTMANN (1960) verglich die Auswirkungen verschiedener Fehler auf die Okklusion. Er erkannte, daß die Richtung, in die der Fehler bei der Achsenlokalisierung begangen wird, einen erheblichen Einfluß auf die okklusalen Kontaktbeziehungen zwischen Oberkiefer und Unterkiefer ausübt. Die größte Abweichung

wird seiner Meinung nach dann resultieren, wenn die irrtümliche Achsenbestimmung senkrecht zu einer Verbindungslinie zwischen der tatsächlichen Achse und den okkludierenden Zähnen erfolgt, eine Tatsache die auch von FOX (1967) bestätigt wurde. Bei einer Diskrepanz in der Achsenlokalisation von 5 mm und einer Dysklusion von 5 mm ermittelten beide einen okklusären Fehler von 0,3 mm. FOX schloß daraus, daß die individuelle Bestimmung der Achse im Genauigkeitsbereich eines Millimeters für die Kronen- und Brückenprothetik notwendig sei. Bei der Herstellung von Totalprothesen wäre eine arbiträre Achse zu akzeptieren.

1969 kamen BOSMAN und DERKSEN ebenfalls zu dem Schluß, daß die okklusalen Diskrepanzen von der Richtung abhängen, in der die Scharnierachse fälschlicherweise ermittelt wird. Sie fanden heraus, daß die maximale okklusäre Diskrepanz in horizontaler Richtung von 0,67 mm und in vertikaler Richtung 0,45 mm beträgt, wenn bei einer Kieferdysklusion von 5 mm ein Irrtum in der Achsenbestimmung von 10 mm vorliegt. Ergibt die horizontale Abweichung eine Mesialbewegung des Unterkiefers, so kann dieser Fehler nach Meinung

von BOSMAN und DERKSEN im Sinne einer "Long Centrik" eliminiert werden. Wenn jedoch die horizontale Abweichung in einer Distalverlagerung der Mandibula resultiert, so gibt es keine Möglichkeit der Korrektur, da die Mandibula nicht hinter ihre retrudierte Kontaktposition gebracht werden kann. Für die Veränderung der Vertikaldimension im Artikulator forderten beide Autoren unbedingt die exakte Bestimmung der Terminalen Scharnierachse.

6.9 Methoden zur Achsenbestimmung und ihre Genauigkeit

Allgemein kann nach dieser Literaturübersicht zur Terminalen Scharnierachsenposition festgestellt werden, daß zu diesem Thema 2 Gruppen von Autoren unterschieden werden können:

Eine Gruppe, die den Gebrauch eines Gesichtsbogens in der Zahnheilkunde nicht für erforderlich hält und eine andere Gruppe, die den Gesichtsbogen zur schädelbezüglichen Übertragung des Oberkiefers sowohl für die Totalprothetik als auch für die Behandlung der natürlichen Zähne fordert. Letztere Gruppe kann wiederum unterteilt werden in eine Gruppe, die eine arbiträre

Scharnierachse für ausreichend hält und eine Gruppe, die die Lokalisation einer exakten Achse fordert.

Da als allgemein gültig angenommen wird, daß die Scharnierbewegung der Mandibula in ihrer rückwärtigsten Position bestimmt werden kann, ist die Frage nach der Genauigkeit der Achsenlokalisierung von größter Wichtigkeit.

Während Mc COLLUM (1929) und GRANGER (1952) eine exakte Bestimmung der Scharnierachse bejahten, wurde dies von SCHALLHORN (1957), TRAPPOZANO und LAZZARI (1967) bestritten.

Um die Achse genau zu bestimmen, wurden jedoch verschiedene Methoden angegeben und experimentell abgesichert:

ANDRESEN (1912) und LEHNE (1920) beschreiben eine rein empirische Methode zur Ermittlung der Scharnierachse.

Mc COLLUM (1939) dagegen gab eine klinische Methode zur Achsenbestimmung an. Diese Methode wurde später die mechanisch-kinematische Methode genannt.

Andere Vorgehensweisen zur Bestimmung der Scharnierachse wurden von CHIK (1960), GREGORY et al. (1969), LONG (1970) und LAURITZEN (1976) geschildert. Letztere ist heute wohl die gebräuchlichste Methode zur Lokalisation der Scharnierachse.

Die Genauigkeit der Achsenlokalisierung betreffend, wurden von mehreren Autoren Ergebnisse angegeben.

So fordern KURTH und FEINSTEIN (1951), daß bei einem Rotationswinkel von 11° , die Lokalisationsnadel in einem Bereich von 2 mm Durchmesser keine sichtbare Bewegung ausführen darf.

BORGH und POSSELT (1958) registrierten die Resultate von 30 Achsenbestimmungen auf beiden Seiten. Für einen Rotationswinkel von 10° - 15° fanden sie eine Ruhelage der Nadel in einem Bereich von 1,5 bis 1 mm.

Um die Genauigkeit ihrer Methode zu überprüfen, führten LAURITZEN und WOLFORD (1961) einen Laborversuch durch und fanden bei 45 Achsenlokalisationen bei einem Rotationswinkel von 10° - 15° , daß 95 % der Achsenpunkte in einem Bereich von 0,4 mm verteilt waren. Bei einem Rotationswinkel von 5° waren es 75 % der Fälle.

Sie folgerten aus ihren Ergebnissen, daß die Genauigkeit dieser Methode zur Achsenbestimmung ausreichend sei.

BOSMAN (1974) führte einen klinischen Versuch zur Genauigkeitsbestimmung der Scharnierachse durch. Bei 30 Testpersonen wurden 249 Scharnierachsenlokalisationen durchgeführt. Die Streuung der Scharnierachsenpunkte für einen Rotationswinkel von 10° bzw. 15° lag in einem Flächenbereich von $1,7 \times 1,7$ mm. Sie war damit 4 x größer als beim Laborversuch von LAURITZEN. Daneben führte BOSMAN eine Untersuchung über die Genauigkeit der Palpationsmethode und der arbiträren Scharnierachsenbestimmung durch. Er fand dabei heraus, daß in 35 % der Fälle der arbiträre Punkt mehr als 5 mm vom exakten Achsenpunkt entfernt lag. Bei der Palpationsmethode traf dies in 50 % der Fälle zu.

7.0 KRITISCHE WERTUNG

7.1 Zur Ätiologie und zum Ablauf von Myoarthropathien

Wie oben erwähnt, spiegeln sich die unterschiedlichen Auffassungen zur Ätiologie und zum Ablauf des Krankheitsbildes bereits in den vielen differierenden Empfehlungen zur Terminologie wieder. Der im deutschsprachigen Raum weitverbreitete Ausdruck "Kiefergelenkbeschwerden" ist insofern nicht ganz ausreichend, weil er die Pathologie der Kaumuskulatur nicht berücksichtigt, die ja doch in den meisten Fällen immer mit schmerzhaften Spannungszuständen beteiligt ist, wie es leicht in einer klinischen Funktionsanalyse diagnostiziert werden kann. Der vom Griechischen abgeleitete Ausdruck "Myoarthropathie" kommt dagegen dem Charakter der Krankheit wesentlich näher, indem er bereits auf den Zusammenhang von Kiefergelenk und Kaumuskulatur im Namen hinweist.

Der Begriff "Dysfunktionssyndrom" und der anglo-amerikanische Ausdruck "Temporomandibuläres Syndrom" tragen der Vielfalt der klinischen Symptome Rechnung, die in dem Begriff "Syndrom" zum

Ausdruck kommen. Die aufgeführten Terminologien sind wohl heute die gebräuchlichsten. Alle anderen Benennungen werden wegen ihrer Schwerfälligkeit (Länge !) oder wegen ihrer mangelnden Präzision kaum oder nur selten verwendet. Zum heute noch vielfach auftauchenden Begriff "Arthropathie deformans" sollte noch folgendes bemerkt werden: Dieser Ausdruck kann nicht zur Beschreibung des allgemeinen Krankheitsbildes herangezogen werden, da "Arthropathia deformans" bereits auf eine pathologische Umstrukturierung im Gelenk hinweist. Nach heutigen Erkenntnissen steht davor aber die Dysfunktion, die neuromuskuläre Fehlsteuerung, welche erst nach längerer Zeit zur Gelenkumformung führen kann. Klinisch (Knacken, Krepitation, lange Anamnese), wie röntgenologisch (Randzackenbildung, Abschliffe) kann die Diagnose erst viel später gestellt werden (CARLSSON und ÖBERG 1974), da ja meist zu Anfang der Discus articularis angegriffen wird, der röntgenologisch nicht darstellbar ist.

Betrachtet man die verschiedenen Theorien zur Ätiologie der Myoarthropathie, so ist die neuromuskuläre Theorie diejenige, welche bei den meisten Klinikern als die wahrscheinlichste angesehen wird. Danach können Primärkontakte in Zentrik und Balancekontakte Parafunktionen wie Knirschen und Pressen auslösen, wobei als notwendige Begleitfaktoren psychische Spannungszustände, Stress und Angst gelten. Die daraus resultierende Erhöhung des Muskeltonus führt zu schmerzhaften Spasmen in der Kaumuskulatur und zur Veränderung des individuell vorgegebenen Bewegungsmusters des Unterkiefers. Die klinischen Erfahrungen haben gezeigt, daß innerhalb eines Kiefergelenksyndroms der psychogene Faktor in einem unterschiedlich hohen Prozentsatz je nach Persönlichkeitsstruktur des Patienten und seiner adaptiven Stresskapazität zu bewerten ist. So kann es durchaus möglich werden, daß eine kombinierte zahnärztliche, neurologische, psychotherapeutische Behandlung erfolgen muß (SOLBERG und RUGH 1976, SCHUBERT 1979).

Es trägt der Anerkennung der Multikausalitätstheorie Rechnung, wenn an dieser Stelle vermerkt wird, daß die Dislokation sich als Ergebnis einer Verspannung der Kaumuskulatur ergeben kann. Infolge der über okklusäre Interferenzen ausgelösten Myospasmen kommt es nämlich zu Condylus- bzw. Diskusverlagerungen in die verschiedenen Richtungen, wie sie GERBER (1964) angegeben hat. Ziel der Behandlung muß es dann sein, die Gelenke in ihre zentrierte, physiologische Position zurückzuführen.

Die psychophysiologische und die psychologische Theorie sind erst in den letzten Jahren mehr in den Kreis der Beachtung getreten. Unbestreitbar ist, daß psychische und emotionelle Faktoren in ganz unterschiedlichem Ausmaß zur Entstehung und zur Unterhaltung eines Kiefergelenksyndroms beitragen können. Im Bereich dieser Theorien ist auch wahrscheinlich die Erklärung dafür zu suchen, warum Patienten mit schwersten okklusären Interferenzen und großen Autodestruktionen ihrer Zahnhartsubstanzen keinerlei Beschwerden im Bereich der Kiefergelenke und der Kaumuskulatur aufweisen,

während Patienten mit nur geringen okklusalen Fehlkontakten größte Schmerzen in ihrem Kauorgan erleiden.

7.2 Zur exakten Achsenbestimmung

Wie der geschichtliche Überblick gezeigt hat; wurden schon im 19. Jahrhundert Überlegungen zur Unterkieferbewegung sowie deren Steuerung angestellt. Viele Untersuchungen wurden seither durchgeführt und die Diskussion heute konzentriert sich auf folgende Fragen:

1. Ist die reine Scharnierbewegung des Unterkiefers beliebig oft exakt reproduzierbar und gilt dies auch für längere Zeiträume ?
2. Ist diese Scharnierbewegung in ihrer retralen und kranialen, nicht seitenverschobenen Position eine physiologische oder eine erzwungene, zur Diagnostik und Therapie unbrauchbare Position ?
3. Falls eine Scharnierachse zur Diagnostik bzw. Therapie benützt wird, sollte sie dann arbiträr oder exakt bestimmt werden ?

Zur Frage 1 fehlen noch eine genügende Anzahl von Untersuchungen, doch die klinischen Beobachtungen vieler gnathologisch tätiger Zahnärzte zeigen, daß die Achse an ein- und demselben Patienten reproduzierbar darstellbar ist. Was die Reproduzierbarkeit der Achse über längere Zeiträume anbelangt, so zeigen auch hier die klinischen Erfahrungen, daß in den meisten Fällen die Achse an Ort und Stelle wieder dargestellt werden kann. Bei Abweichungen in der Achsenbestimmung in längeren Zeiträumen ist folgendes zu bedenken:

Die Achsenpunkte sind nur an den gedachten Austrittsstellen durch die Haut zu markieren. Andererseits unterliegt der Hautturgor im Lauf der Zeit gewissen Veränderungen. Mit der Spannungsänderung der Haut wandern auch die darauf markierten Scharnierachsenpunkte. So kann es also durchaus sein, daß die Scharnierachse sich nicht verändert hat, die Achsenpunkte aber durch den veränderten Turgor der Haut disloziert wurden.

Ferner ist zu überlegen, daß in einer längeren Zeitspanne Veränderungen auch am Gelenk selbst auftreten können, die zur Veränderung der Terminalen Achsenposition führen können.

Die Frage 2 ist auch heute noch am meisten umstritten. Eine große Anzahl von Autoren bezeichnen die Terminale Scharnierachsenposition als physiologisch (z.B. GRANGER 1954, DE PIETRO 1963 u.v.a.). Sie stützen sich dabei auf langjährige klinische Untersuchungen. Auch hier muß jedoch ein gesundes Kauorgan vorausgesetzt werden.

Zur Frage 3 liegen viele klinische wie auch theoretisch-mathematische Untersuchungen vor. Daraus geht hervor, daß Fehler, die durch eine arbiträre Achsenübertragung auftreten können, doch bereits im Bereich von Zehntelmillimeter bis zu einem Millimeter liegen. Legt man die Genauigkeitsanforderungen der Aufwachstechnik in der Restauration zu Grunde und strebt die Tripodisierung der okklusären Kontaktbeziehung an, so kann eindeutig festgestellt werden, daß die exakte Achsenbestimmung eine Grundvoraussetzung für

eine sinnvolle Aufwachstechnik sein muß, wenn man sowohl zentrische Vorkontakte wie auch Interferenzen bei den Lateral- und Protrusionsbewegungen vermeiden will.

7.3 Zur exakten Scharnierachsenposition bei Diagnostik und Therapie von Myoarthropathien

Wie oben aufgezeigt, ist die genaue Bestimmung der Terminalen Scharnierachsenposition Ausgangspunkt allen sinnvollen gnathologischen Behandlens. Bei gesunden und unversehrten Gelenkstrukturen treten in der instrumentellen Funktionsanalyse bei geübter Handhabung auch kaum Probleme auf, was die Reproduzierbarkeit der Terminalen Achse betrifft. Anders jedoch verhält es sich bei Patienten mit einem temporomandibulären Syndrom. Gemäß der Definition der Terminalen Scharnierachsenposition, daß nämlich die Kondylen hierbei in einer retralen, kranialen, nicht seitenverschobenen Position sein müssen, kann in einem solchen Krankheitsfall die Bestimmung große Schwierigkeiten verursachen, was geübte Behandler auf Grund klinischer Beobachtungen immer wieder feststellen konnten.

Sowohl die Bestimmung als auch die Reproduktion der Achse war teilweise oder überhaupt nicht möglich. Legt man andererseits die Überlegungen zur Ätiologie und zum Ablauf von Myoarthropathien zu Grunde, so ist das nicht verwunderlich. Bei einem temporomandibulären Syndrom muß davon ausgegangen werden, daß infolge einer Fehlstellung von Diskus und/oder Kondylus eine Terminale Position zumindest vorübergehend nicht einnehmbar ist. Besteht der Verdacht auf anatomisch-pathologische Veränderungen im Gelenk im Sinne einer Arthrosis deformans, dann muß die Unmöglichkeit einer Bestimmung der Terminalen Achse in Betracht gezogen werden.

Aus einer primären Unterschätzung der Problematik einer instrumentellen Funktionsanalyse im Rahmen einer Diagnostik bzw. Therapie bei Myoarthropathien sind auch die Mißerfolge zu verstehen, die bei gnathologischen Maßnahmen zwangsläufig auftreten mußten. Durch Fehlstellung von Diskus bzw. Kondylus oder durch Schädigung der Gewebe selbst ist die Gefahr einer Fehlinformation in einer instrumentellen Funktionsanalyse außerordentlich groß. Gelingt es nämlich nicht, die Drehachse des Patienten mit der

des Artikulators in Einklang zu bringen, so müssen alle Korrekturarbeiten an der Okklusion im Sinne eines selektiven Einschleifens bzw. restaurativer Maßnahmen (Aufwachstechnik) ohne Erfolg bleiben und es muß sogar mit einer Verschlimmerung der Beschwerden gerechnet werden.

Gerade die Mißerfolge gnathologischer Behandlungsmaßnahmen bei temporomandibulären Syndromen wurden immer wieder zum Anlaß genommen, auf die Minderwertigkeit dieses Behandlungsverfahrens hinzuweisen. Bezeichnender Weise fehlen aber in der Weltliteratur ernstzunehmende exakte Untersuchungen zum Problem der gnathologischen Behandlungsmaßnahmen bei Kiefergelenkbeschwerden; man stützt sich dabei lediglich auf klinische Beobachtungen. In der Literatur sind Untersuchungen zu Myoarthropathien und funktionsanalytischen Problemen unabhängig voneinander angeführt worden. Die klinischen Erfahrungen aber zwingen dazu, den Anwendungsbereich funktionsanalytischer Maßnahmen im Rahmen einer Behandlung von Myoarthropathien neu zu überdenken und nach Möglichkeiten einer gezielten Therapie mit Hilfe gnathologischer Methoden zu suchen.

8.0 ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Diagnostik und Therapie von Myoarthropathien ist die Bestimmung der Terminalen Scharnierachsenposition des Unterkiefers die wichtigste Bezugsgröße im Rahmen der instrumentellen Funktionsanalyse. Die Terminale Scharnierachsenposition, die das reproduzierbare Rotationszentrum des Unterkiefers in seiner kranialste dorsalsten, nicht seitenverschobenen Position darstellt, ist jedoch im Akutstadium einer Myoarthropathie nicht ausreichend bestimmbar.

Die in der Literatur oft stark divergierenden Auffassungen und Untersuchungsergebnisse zu diesem Thema werden kritisch diskutiert, wobei auf die Problematik der stabilen reproduzierbaren Terminalen Scharnierachsenposition besonders eingegangen wird.

Unter den verschiedenen Theorien zur Ätiologie der Myoarthropathie erscheint die neuromaskuläre als die zutreffendste. Von den meisten Autoren wird die Terminale Scharnierachsenposition beim gesunden Gelenk als die physiologische betrachtet, deren exakte Bestimmung wie Reproduzierbarkeit im Falle der Myoarthropathie jedoch nur erschwert oder überhaupt nicht möglich ist.

LITERATURVERZEICHNIS

1. AHLGREN, J.: The silent period in the EMG of the jaw muscles during mastication and its relationship to tooth contact. Acta odont. scand. 27, 219-227 (1969).
2. ANDRESEN, V.: Die Artikulation der Kiefergelenke und der Zahnreihen. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 30. 895-922 (1912).
3. ARSTADT, T.: The capsular ligaments of the temporomandibular joint and retrusion facets of the dentition in relationship to mandibular movements. J. Prosth. Dent. 7, 162 (1957).
4. AULL, A. E.: A study of the transverse axis. J. Prosth. Dent. 13, 469-479 (1963).
5. BAUER, A. und GUTOWSKI, A.: Gnathologie, Einführung in Theorie und Praxis, Quintessenz-Verlag, Berlin (1975).
6. BELL, W. E.: Management of masticatory pain. In Alling C.C. (ed.) Facial pain. Lea and Fibiger, Philadelphia (1968).
7. BELL, W. E.: Non surgical management of the pain dysfunction syndrome. J. Am. Dent. Assoc. 79, 161 (1969).

8. BELL, W. E.: Clinical diagnosis of the pain dysfunction syndrome. J. Am. Dent. Assoc. 79, 154 (1969).
9. BELL, W.E. and WARE, W. H.: Management of temporomandibular joint pain dysfunction syndrome. Dent. Clin. N. Amer. pp. 487-506 (1971).
10. BENNETT, N. G.: A contribution to the study of the movements of the mandible. J. Prosth. Dent. 8. 41-54 (1958). Reprinted from Proc. roy. Soc. Med. sect. Odontology, 79-95 (1908).
11. BEYRON, H. L.: Optimal occlusion. Dent. Clin. N. Amer. 13, 537-554 (1969).
12. BEYRON, H. L.: Occlusion: Point of significance in planing restorative procedures. J. Prosth. Dent. 30, 641-652 (1973).
13. BLACKWOOD, H. J. J.: Cellular remodelling in articular tissue. J. dent. Res. 45, 480 (1966).
14. BOERING, G.: Athrosis Deformans van het kaakgewricht. Thesis. University of Groningen (1966).
15. BONWILL, W. G. A.: The geometrical and mechanical laws of the articulation of the human teeth, the anatomical articulator. The American system of dentistry. Edited by W.F. Litch. Vol. 2, 486-498. Philadelphia (1887).

16. BONWILL, W. G. A.: The scientific articulation of the human teeth as founded on geometrical, mathematical and mechanical laws and significance of the equilateral triangle. Items Interest 21, 617-643, 873-880 (1899).
17. BORGH, A. and POSSELT, U.: Hinge axis registration: experiments on the articulator. J. Prosth. Dent. 8, 35-40 (1958).
18. BOOS, R. H.: Intermaxillary relation established by biting power. J. Amer. dent. Ass. 1192-1199 (1940).
19. BOSMAN, F. und DERKSEN, A.: Beschouwingen over het belang van de scharnieras. Ned. T. Tandheelk 76, 621-637 (1969).
20. BOSMAN, F.: Hinge axis determination of the mandible. Staflen and Tholen (1974).
21. BOUCHER, L. J.: Limiting factors in posterior movements of mandibular condyles. J. Prosth. Dent. 11, 23-25 (1961).
22. BOUCHER, L. J.: Anatomy of the temporomandibular joint as it pertains to centric relation. H.Prosth. Dent. 12, 464-472 (1962).
23. BREKKE, C. A.: Jaw function. Part 1. Hinge rotation. J. Prosth. Dent. 9, 600-606 (1959).

24. BREKKE, C. A.: Jaw function. Part 2. Hinge axis. J. Prosth. Dent. 9, 936-940 (1959).
25. BRENNAN, H. S., BLACK, M. A. and COSLET, H. G.: Interrelationship between the electromyographic silent period and dental conclusion. J. dent. Res. 47, 502 (1968).
26. BREUER, R.: Was lehrt uns das Röntgenbild des Kiefergelenkes ? Oest. Ung. Vierteljschr. Zahnheilk. 26, 24-48 (1910).
27. BROTMAN, D. N.: The transverse hinge axis. J. Prosth. Dent. 10, 436-440 (1960).
28. BUTLER, H. H., ZANDER, H. A.: Evalation of the two occlusal concepts. (1968).
29. BUTLER, J. H. and STALLARD, R. E.: Physiologic stress and tooth contact. J. Periodont. Res. 4, 152 (1969).
30. CAMPION, G. G.: Some graphic records of movments of the mandible in the living subject and their bearing on the mechanism of the joint and the construction of articulators. Dent. Cosmos. 47, 39-42 (1905).
31. CARLSSON, G. E. und ÖBERG, T.: Remodelling of the temporomandibular joint. Oral Sciences Reviews. No. 6, 5, Munksgaard (1974).
32. CHIK, A.: The rotary nature of some mandibular movements. J. Prosth. Dent. 10, 857-872 (1960).

33. CHISSIN, C.: Über die Öffnungsbewegung des Unterkiefers und die Beteiligung der äußeren Pterygoidmuskeln bei derselben. Arch. Anat. Phys. Heft 1, 41-67 (1906).
34. COHEN, R.: The hinge axis and its practical application in the determination of the centric relation. J. Prost. Dent. 10, 248-257 (1960).
35. COLLETT, H. A.: The movements of the temporomandibular joint and their relation to the problems of occlusion. J. Prosth. Dent. 5, 486-496 (1955).
36. CONSTANT, T. E.: A note upon a misunderstood movement of the temporomandibular joint. J. Brit. dent. Ass. 21, 324-328 (1900).
37. COSTEN, J. B.: Syndroms of ear and sinus symptoms dependant on disturbed function of the temporomandibular joint. Ann. Otol., St. Louis, 43 T (1934).
38. CRADDOCK, F. W. and SYMMONS, M. F.: Evaluation of the face - bow. J. Prosth. Dent. 2, 633-643 (1952).
39. De PIETRO, A. J.: Concepts of occlusion. A system based on rotational centers of the mandible. Dent. Clin. N. Amer. 607-620 (1963).
40. De STENO, C. V.: The Pathophysiology of TMJ Dysfunction and Related Pain in: Clinical Management of Head, Neck and TMJ Pain and Dysfunction. Edited by H. Gelb., W. B. Saunders Company, Philadelphia (1977).

41. DOMS, R., HUPFAUF, L und LANGEN, D.: Psychosomatische Aspekte bei funktionellen Kiefergelenkschmerzen. Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 337 (1969).
42. DRUM, W.: Die Miniplast-Schiene. Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 109 (1966).
43. ELTNER, E.: Kiefergelenk und neuer Artikulator. Verh. des. V. Int. Zahnärztl. Kongr. Bd. 1, 162-164, Berlin (1909).
44. ELTNER, E.: Mechanik des Unterkiefers und der zahnärztlichen Prothese. Dtsch. Zahnheilk. in Vorträgen 20, 1-44 (1911).
45. ELTNER, E.: Der anatomische Artikulator Eltner in der Praxis. Schweiz. Vjschr. Zahnheilk. 22, 7-30 (1912).
46. ESCHLER, J.: Mandibulo - motorische Koordinationsstörungen als Ursache funktioneller Kiefergelenkerkrankungen und deren Therapie. Fortschr. Kiefer- u. Gesichtschir. 6, 64 (1960).
47. FERREIN, M.: Sur les mouvements de la machoire inferieure. Hist. De l' Acad. royale des Sciences 578-607, Paris (1744).
48. FICHTNER, J.: Zur kausalen Therapie funktionsbedingter Arthropathien. Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 862 (1968).

49. FISCHER, R.: Die Öffnungsbewegung des Unterkiefers und ihre Wiedergabe am Artikulator. Schweiz. Mschr. Zahnheilk, 45, 867 (1935).
50. FISCHER, R.: Die zentrale Öffnungsbewegung. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 42, 154-160 (1939).
51. FOX, S.: The significance of errors in hinge axis location. J. Amer. dent. Ass. 74, 1268-1272 (1967).
52. FRANKS, A. S. T.: Masticatory muscle hyperactivity and temporomandibular joint dysfunction. J. Prosth. Dent. 15, 1122 (1965).
53. FRANK, B.: Demonstration der Rotationsachsen des Unterkiefers. Verh. des V.Int. Zahnärztl. Congr. Bd. 1, 167-171, Berlin (1909).
54. FUCHS, P.: Experimentelle Untersuchungen über die Beeinflussung der nächtlichen Kaumuskelaktivität durch Okklusionsstörungen. Dtsch. zahnärztl. Z. 1064-1072 (1973).
55. FUCHS, P. und SCHUBERT, R.: Reproduzierbarkeit von Montagen mit dem Schnellübertragungsbogen. Zahn-ärztl. Praxis 29, 12 (1978).
56. GERBER, A.: Logik und Mystik der Kiefergelenkbeschwerden. Schweiz. Maschr. Zahnheilk. 74, 3; 979 (1964).

57. GERBER, A.: Registriertechnik für Prothetik, Okklusionsdiagnostik, Okklusionstherapie. Manual, 22, Zürich (1970).
58. GERBER, A.: Kiefergelenk und Zahnokklusion. Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 119-141 (1971).
59. GODON, Ch.: Betrachtungen über die mechanische Wirkung des Kiefers und die Anwendung auf die Zahnheilkunde. Z. zahnärztl. Orthop. 1, 143-149, 235-246 (1907).
60. GRAF, H. and ZANDER, H.: Tooth contact patterns in mastication. J. Prosth. Dent. 13, 1055-1066 (1963).
61. GRANGER, E. R.: Centric relation. J. Proth. Dent. 2, 160 (1952).
62. GRANGER, E. R.: Functional relations of the stomatognathic system. J. Amer. dent. Ass. 638-647 (1954).
63. GRANGER, E. R.: Occlusion in temporomandibular joint pain. J. Amer. dent. Ass. 56, 659-664 (1958).
64. GRANGER, E. R.: The TMJ in prosthodontics. J. Prosth. Dent. 10. 239-242 (1960).
65. GRAY, H.: Anatomy descriptive and surgical. 3rd. ed. 166. London (1864).
66. GRAY, H.: Anatomy, descriptive and surgical. 14th. ed. 320-322, London (1897).

67. GREGORY, G., SHRYOCK, E. F. and BAUM, L.: Hinge axis analysis: new procedures for location. J. South. Calif. dent. Ass. 37, 59-66 (1969).
68. GRIFFIN, C. J. / MUNRO, R.: Electromyography of the jaw closing muscles in the open-close clench cycle in man. Arch. oral Biol. 14, 141-150 (1969).
69. GRIFFIN, C. J. and MUNRO, R.: Electromyography of the masseter and anterior temporalis muscles in patients with temporomandibular joint dysfunction. Arch. oral. Biol. 16, 929-949 (1971).
70. GYSI, A.: The problem of articulation. Dent. Cosmos 52, 148-170 (1910).
71. GYSI, A.: Neuere Gesichtspunkte im Artikulationsproblem. Schweiz. Vjschr. Zahnheilk. 22, 119-151 (1912).
72. GYSI, A.: Das vereinfachte Problem der Artikulation. 6. Berlin. De Trey und Co., (1912).
73. GYSI, A.: Das Aufstellen einer ganzen Prothese mit den Anatoform-Zähnen Gysi-Williams. Schweiz. Vjschr. Zahnheilk. 25, 4-50, 105-138, 199-229 (1915).
74. GYSI, A.: Artikulation. In: Handbuch der Zahnheilkunde. Hrsg. von Chr. Bruhn, A. Kantorowicz und C. Partsch. Bd 3., Zahnärztl. Prothetik. 167-316, München (1926).

75. GYSI, A.: Die Achsentheorie der Kieferbewegungen und die Facettentheorie der Kauflächenformen der Zähne. In: Handbuch der Zahnheilkunde. Begründet von J. Scheff, 4. verm. Aufl., hrsg. von H. Pichler Bd 4., Zahnersatzkunde, 1-171, Berlin etc. (1929).
76. HALL, R. E.: An analysis of the work and ideas of investigator and authors of relations and movements of the mandible. J. Amer. dent. Ass. 16, 1642-1693 (1929).
77. HANNAM, A. G., MATTHEWS, B. and YEMM, R.: Receptors involved in the response of the masseter muscle to tooth contact in man. Arch. oral Biol. 15, 17 (1970).
78. HOFFMANN, C. E. E. und SCHWALBE, G.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 259-261, Erlangen (1877).
79. HOFFMAN, E. J.: Crown and bridge articulation on the transograph. J. Prost. Dent. 8, 293-296 (1958).
80. HUNTER, J.: The natural history of the human teeth. 12-14, 68-71, London (1771).
81. HUPFAUF, L.: Symptomatik und Genese der Kiefergelenkerkrankungen. Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 225 (1963).
82. HUPFAUF, L.: Diagnostik und Therapie bei Beschwerden im Kiefergelenkbereich. Zahnärztl. W. 69, 377 (1968).

83. INGERVALL, B., KELKIMO, L and CARLSSON, G.E.:
Recordings of the retruded position of the mandible with application of varying external pressure to the lower jaw in man. Arch. oral Biol. 16, 1165-1171 (1971).
84. JANKELSON, B., HOFFMANN, G.M. and HENDRON, J.A.:
The physiology of the stomatognathic system. J. Amer. dent. Ass. 46, 375-386 (1953).
85. JANKELSON, B.: Functional positions of occlusion.
J. Prosth. Dent. 30, 559-560 (1973).
86. JARABAK, J.R.: An electromyographic analysis of muscular and temporomandibular joint disturbances due to imbalances in occlusion. Angle Orthodont. 26, 170 (1956).
87. KAHN, A. E.: Unbalanced occlusion in occlusal rehabilitation. J. Prosth. Dent. 14, 266-277 (1964).
88. KANTOROWICZ, A.: Klinische Zahnheilkunde 516-517, Berlin (1924).
89. KAPLAN, R. L.: Concepts of occlusion. Gnathology as basis for a concept of occlusion. Dent. Clin. N. Amer. 577-590 (1963).
90. KAWAMURA, Y.: Fundamental considerations relating to facial pain in pathological conditions. In Alling C. C. (ed.) Facial Pain. Lea and Fibiger, Philadelphia (1968).

91. KORNFIELD, M.: The problem of function in restorative dentistry. J. Prosth. Dent. 5, 673-676 (1955).
92. KRAFT, E.: Über elektromyographische Untersuchungen kiefergelenkkranker Patienten. Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 1399 (1963).
93. KRAUS, H.: Muscle function and the temporomandibular joint. J. Prosth. Dent. 13, 950 (1963).
94. KRAUS, H.: Muscle function of the temporomandibular joint. Dent. Clin. N. Amer. pp. 553-558 (1966).
95. KROGH-POULSEN, W. and OLSSON, A.: Occlusal Disharmonies and Dysfunction of the Stomatognathic System. Dent. Clin. North. Amer. 10 (1966).
96. KROGH-POULSEN, W.: Zusammenhänge zwischen Lokalisation von Abrasionsfacetten und Schmerzen in der Kau-muskulatur und der Bedeutung für Diagnostik und Behandlung. Öst. Z. Stomat. 64. 402 (1967).
97. KURTH, L. E.: Occlusion in dentistry, J. Amer. dent. Ass. and Dent. Cosmos 25, 1067-1070 (1938).
98. KURTH, L. E.: Mandibular movements in mastication, J. Amer. dent. Ass. 29, 1769-1790 (1942).
99. KURTH, L. E. and FEINSTEIN, I. K.: The hinge axis of the mandible. J. Prosth. Dent. 1, 327-332 (1951).
100. KYDD, W. L.: Psychosomatic aspects of temporomandibular joint dysfunction. J. Amer. dent. Ass. 59. 31 (1959).

101. LANGER, K.: Das Kiefergelenk des Menschen.
Sitzungsber. der kais. akad. der Wissensch. 30,
457-471, Wien (1860).
102. LASKIN, D.: Etiology of the pain dysfunction
syndrome. J. Amer. dent. Ass. 79. 147 (1969).
103. LAURITZEN, A. G. and BODNER, G. H.: Variations in
location of arbitrary and true hinge axis points.
J. South. St. Calif. dent. Ass. 29, 10-13 (1961)
J. Prosth. Dent. 11, 224-229 (1961).
104. LAURITZEN, A. G. and WOLFORD, L. W.: Hinge axis
location on an experimental basis. J. Prosth. Dent.
11, 1059-1067 (1961), J. South. Calif. St. dent.
Ass. 29, 354-359 (1961).
105. LAURITZEN, A. G.: Arbeitsanleitung für die Lauritzen-
Technik. Carstens und Homovc, Hamburg (1976).
106. LEHNE, R.: Kritischer Beitrag zur Frage des Rota-
tionspunktes der orthalen und propinalen Unterkie-
ferbewegung. Dissertation, 6, Hamburg (1920).
107. LONG, J. H.: Location of the terminal hinge axis by
intraoral means. J. Prosth. Dent. 23, 11-24 (1970).
108. LOUS, I., SHEIK-OL-ESLAM, A. and MÖLLER, E.: Postu-
ral activity in subjects with functional disorders
of the chewing apparatus., Scand. J. Dent. Res. 78,
404 (1970).

109. LUCE, C. E.: The movements of the lower jaw.
Boston med. surg. J. 121, 8-11 (1889).
110. LUCIA, V. O.: The fundamentals of oral physiology
and their practical application in the securing
and reproducing of records to be used in restora-
tive dentistry. J. Prosth. Dent. 3, 213-231 (1953).
111. LUCIA, V. O.: Centric relation theory and practice.
J. Prosth. Dent. 10, 849-856 (1960).
112. LUCIA, V. A.: The hinge axis. In: Modern gnathologi-
cal concepts, chapter 3. Philadelphia (1961).
113. LUPTON, D. E.: Psychological aspects of the temporo-
mandibular dysfunction. J. Amer. dent. Ass. 79, 131
(1969).
114. MAREY, M. Les mouvements articulaires étudiés par
la photographie. Comptes Rendus Acad. Sci., Paris
118. 1019-1025 (1894).
115. MATTHEWS, B. and YEMM, R.: A silent period in the
masseter electromyogram following tooth contact in
subjects wearing full dentures. Arch. oral Biol. 15.
531 (1970).
116. Mc CALL, S. M., SZMYD, L. and RITTER, R. M.: Perso-
nality characteristics in patients with temporoman-
dibular joint symptoms. J. Amer. dent. Ass. 62, 694,
(1961).

117. Mc COLLUM, B. B.: Diagnosis and the fabrication and application of dental remedies. Pacific dent. Gazette South Calif. St. dent. Ass. 34, 744-750 (1926).
118. Mc COLLUM, B. B.: Consideration and treatment of the mouth as an organ of digestion. J. Amer. dent. Ass. 16, 1426-1436 (1929).
119. Mc COLLUM, B. B.: Considering the mouth as a functioning unit as the basis of a dental diagnosis. J. South. Calif. St. dent. Ass. 5, 268-276 (1938).
120. Mc COLLUM, B. B. and STUART, C. E.: A research report, fundamentals involved in prescribing restorative remedies. D. Items Int., 61, 522, 641, 724, 852, 942 (1939).
121. Mc LEAN, D. W.: Diagnosis and correction of occlusal deformities prior to restorative procedures. J. Amer. dent. Ass. 26, 928-938 (1939).
122. Mc LEAN, D. W.: Diagnosis and correction of pathologic occlusion. J. Amer. dent. Ass. 29 1202-1210 (1942).
123. Mc MILLAN, L. B.: Border movements of the human mandible. J. Prosth. Dent. 27. 524-532 (1972).
124. MESSERMAN, T.: Concepts of occlusion, Transographics and the evolution of the transograph. The mid-states odonto-occlusal symposium. Dent. Clin. N. Amer. 637-647 (1963).

125. MOLIN, C. and Levi, L.: A psycho-odontologic investigation of patients with bruxism. Acta odontol. Scand. 24, 373 (1966).
126. MONSON, G. S.: Impaired function as a result of closed bite. Nat, dent. Ass. J. 8, 833 (1921).
127. MONSON, G. S.: Some important factors which influence occlusion. J. Nat. D.A. 9, 498 (1922).
128. MORA, A.: Importance du travail mécanique dans la digestion. L'Odontologie, 15e Année, Sér. 2, Vol. 2. No. 3, 129-140 (1895).
129. MOULTON, R.: Psychiatric considerations in maxillo facial pain. J. Amer. Dent. Assoc. 51, 408 (1955).
130. MOYERS, R. E.: Some physiologic considerations of centric and other jaw relations. J. Prosth. Dent. 6, 183-194 (1956).
131. MUNRO, R. R. and GRIFFIN, C. J.: Analysis of the electromyography of the masseter muscle and the anterior part of the temporalis muscle in the open-close-clench cycle in man. Arch. oral Biol. 15. 827-844, (1970).
132. MYRHAUG, H.: Parafunktionen im Kauapparat als Ursache eines otodontalen Syndroms. Quintessenz, Heft 6 u. 7, Ref. 3876 (1969).
133. MYRHAUG, H.: Objektiver Nachweis von Parafunktionen der Innenohr-Muskulatur, Quintessenz, Heft 12, Ref. 4266 (1970).

134. NAIRN, R. J. and CUTRESS, T. W.: Changes in mandibular position following removal of the remaining teeth and insertion of immediate complete dentures. Brit. Dent. J. 122, 303 (1967).
135. OLSSON, A.: Temporomandibular joint function and functional disturbances. Dent. Clin. N. Amer. Vol. 13, pp. 643-658 (1969).
136. OSBORNE, J.: Mandibular maxillary relationships in oral rehabilitation. Int. dent. J. 16, 398-405 (1966).
137. PAGE, H. L.: Centric and hinge axis. Dent. Dig. 57, 115-117 (1951).
138. PAGE, H. L.: Maxillomandibular terminal relationships. Dent. Dig. 57, 490-493 (1951).
139. PAGE, H. L.: Lexicography, hinge opening, hinge closing and centric. Dent. Dig. 61, 17-23 (1955).
140. PAGE, H. L.: Some confusing concepts in articulation. Dent. Dig. 64, 71-76, 120-124 (1958).
141. PAMEIJER, J. H. N., CLICKMAN, I. and ROEBER, F. W.: Intraoral occlusal telemetry. Part II. Registration of tooth contacts in chewing and swallowing. J. Prosth. Dent. 19, 151-159 (1968).

142. PAMEIJER, J. H. N., GLICKMAN, I. and ROEBER, F. W.: Intraoral occlusal telemetry, Part III. Tooth contacts in chewing, swallowing and Bruxism. J.Period. 40, 253 (1969).
143. PAMEIJER, J. H. N., BRION, M., GLICKMAN, I. and ROEBER, F. W.: Intraoral occlusal telemetry. V. Effect of occlusal adjustment upon tooth contacts during chewing and swallowing. J. Prosth. Dent. 24, 492-497 (1970).
144. PANKEY, L. D. and MANN, A. W.: Oral rehabilitation, Part II. Reconstruction of the upper teeth using a functionally generated path technique. J. Prosth. Dent. 10, 151-162 (1960).
145. PARFITT, J. W.: A new anatomical articulation, Trans. odont. Soc. Gr.Brit. 35, 108-121 (1903).
146. POSSELT, U.: Studies in the mobility of the human mandible. Acta odont. scand. 10, suppl. 10. pp. 1-160 (1952).
147. POSSELT, U.: Terminal hinge movement of the mandible. J. Prosth. Dent. 7, 787-797 (1957).
148. POSSELT, U.: Range of movement of the mandible. J. Amer. dent. Ass. 56, 10-13 (1958).
149. POSSELT, U.: Physiology of occlusion and rehabilitation. 2nd. ed., 60, 115, 118, 165, Oxford (1968)

150. POSSELT U.: The temporomandibular joint syndrome and occlusion. J. Prosth. Dent. 25, 432 (1971).
151. PRENTISS, H. J.: A preliminary report upon the temporomandibular articulation in the human type. Dent. Cosmos 60, 505 (1918) und Dent. Dig. 24, 500 (1918).
152. PRENTISS, H. J.: Regional anatomy, emphasizing mandibular movements with specific refence to full denture construction. J. Amer. dent. Ass. 10, 1085-1099 (1923).
153. PROTHERO, J. H.: Prosthetic dentistry, 2nd. ed. 273. Chicago (1916).
154. RADER, A. P.: Centric relation is obsolete. J. Prosth. Dent. 5, 333-337 (1957).
155. RAMFJORD, S. P.: Bruxism, a clinical and electromyographic study. J. Amer. dent. Ass. 62, 21 (1961).
156. RAMFJORD, S. P.: Dysfunctional temporomandibular joint and muscle pain. J. Prosth. Dent. 11, 353, (1961).
157. RAMFJORD, S. P. and ASH. M. M.: Occlusion. 2nd ed. Saunders, Philadelphia (1971).
158. RAMFJORD, S. P. and ENLOW, R. D.: Anterior displacement of the mandible in adult rhesus monkeys: Long term observations. J. Prosth. Dent. 26, 517 (1971).

159. RAMFJORD, S. P.: Occlusion, Ident 1, 20-24 (1973).
160. REYNOLDS, J. M.: Occlusal wear facets. J. Prosth. Dent. 24, 367-372 (1970).
161. RUGH, J. D. and SOLBERG, K.: Psychological Implications in Temporomandibular Pain and Dysfunction. Oral Science Rev. Vol. 7, 3-26 (1976).
162. RUMPEL, C.: Das Kiefergelenk, seine Anatomie und Mechanik und der Gelenkartikulator von Gysi. Corr. Bl. Zahnärzte 40, 40-63 (1911).
163. SAIZAR, P.: Centric relation and condylar movement: anatomic mechnism. J. Prosth. Dent. 26. 581-591 (1971).
164. SCHALLHORN, R. G.: A study of the arbitrary center and the kinematic center of rotation for face - bow mountings. J. Prosth. Dent. 7. 162-169 (1957).
165. SCHÄRER, P., STALLARD, R. E. and ZANDER, H. A.: Occlusal interferences and mastication: An electromyographic study. J. Prosth. Dent. 17, 438 (1967).
166. SCHUBERT, R.: Prüfung der Effektivität der Diagnose und Initialtherapie mit Hilfe von Aufbißplatten. Dtsch. zahnärztl. Z. 34 19-22 (1979).
167. SCHUBERT, R.: Zur Problematik der Diagnostik von Myoarthropathien. Zahnärztl. Praxis 30, 4 (1979).

168. SCHUBERT, R.: Differentialdiagnostik und Initialtherapie bei Kiefergelenkbeschwerden mit Hilfe von Aufbißplatten. Zahnärztl. Praxis 30, 10 (1979).
169. SCHUYLER, C. H.: Principles employed in full denture prosthesis which may be applied in other fields of dentistry. J. Amer. dent. Ass. 16, 2045-2054 (1929).
170. SCHUYLER, C. H.: Factors of occlusion applicable to restorative dentistry, J. Prosth. Dent. 3, 772-782 (1953).
171. SCHUYLER, C. H.: An evaluation of incisal guidance and its influence in restorative dentistry, J. Prosth. Dent. 9, 374-378 (1959).
172. SCHWARTZ, L.: Disorders of the temporomandibular joint. Philadelphia, W. B. Saunders Co. (1959).
173. SCHWEITZER, J. M.: The transograph and transographic articulation. J. Prosth. Dent. 7, 595-621 (1957).
174. SHEPPARD, I. M. and SHEPPARD, S. M.: Denture occlusion. J. Prosth. Dent. 26, 468-476 (1971).
175. SHORE, S. A.: Examination for temporomandibular joint dysfunction. New York State D.J. 24, 397 (1958).
176. SHORE, N. A.: Occlusal Equilibration and Temporomandibular Joint Dysfunction. J. B. Lippincott Company, Philadelphia (1959).

177. SICHER, H.: Die reine Scharnierbewegung im Kiefergelenk, Z. Stomat. 26, 94-95 (1928).
178. SICHER, H.: Zur Mechanik des Kiefergelenkes, Z. Stomat. 27, 27-33 (1929).
179. SICHER, H.: Temporomandibular articulation in mandibular overclosure. J. Amer. dent. Ass. 36, 131 (1948)
180. SICHER, H.: The biologic significance of hinge axis determination. J. Prosth. Dent. 6, 616-620 (1956).
181. SICHER, H.: Functional anatomy of the temporomandibular joint. In Sarnat, B. (ed.): The temporomandibular joint ed. 2. pp. 28-58, Springfield, (III), Charles C. Thomas (1964).
182. SLAVENS, R.: Hinge axis: Intercondylar versus intrafossal. J. Amer. dent. Ass. 63, 71-76 (1961).
183. SNOW, G. B.: The articulation of full artificial dentures. Ash's Monthly, 657-688 (1911).
184. STALLARD, H.: Dental articulation as orthodontic aim. J. Amer. u. dent. Cosmos 24, 347-376 (1937).
185. STEINHARDT, G.: Kiefergelenkerkrankungen. In: Die Zahn- Mund- u. Kieferheilkunde. Bd. III/1, S.517, K. Häupl, W. Meyer, K. Schuchardt (Hsgeb), Urban und Schwarzenberg, München, Berlin (1957).
186. STEINHARDT, G.: Zur Entstehung und konservativen Behandlung der Kiefergelenkstörungen (insbesondere der Bewegungsstörungen und des Gelenkknackens). Österr.Z. Stomat. 54, 69 (1957).

187. STEINHARDT, G.: Kiefergelenkerkrankungen. In: Handlexikon der zahnärztlichen Praxis, Hrsg. H. Harnisch, J. Gabka, H. Braun, Medica, Stuttgart (1967).
188. TEMPEL, F. J.: Een onderzoek naar de posotie van de mandibula in centrale occlusie. 44. Proefschrift, Groningen (1959).
189. TEMPEL, F. J.: De behandeling van kaakgewrichtklachten ten gevolge van functiestoornissen van het kauwstelsel. Rev. Belge Med. Dent 24, 15 (1969).
190. TETERUCK; W. R. and LUNDEEN, H. C.: The accuracy of an ear face bow. J. Prosth. Dent. 16, 1039 (1966).
191. THOMPSON, J. R.: Concepts regarding function of the stomatognathic system. J. Amer. dent. Ass. 48, 626-637 (1954).
192. TOMES, Ch. S.: A manual of dental anatomy. 3rd. ed. 35-37, London (1889).
193. TOMES, Ch. and DOLAMORE, W. H.: Some observations on the motions of the mandible. Trans. odont. Soc. Gr. Brit. 33, 167-202 (1901).
194. TRAPOZZANO, V. R. and LAZZARI, J. B.: The physiology of the terminal rotational position of the condyles in the temporomandibular joint. J. Prosth. Dent. 17, 122-135 (1967).

195. TRAVELL, J.: Temporomandibular joint pain referred from muscles of the head and neck. J. Prosth. Dent. 10, 745 (1960).
196. TURNER, C. H.: American textbook of prosthetic dentistry. Third ed. 244, Philadelphia (1907).
197. ULRICH, J.: The human temporomandibular joint: Kinematics and actions of the masticatory muscles. Med. Diss. Kopenhagen 1896, reprinted in J. Prosth. Dent. 9, 399, (1959).
198. VOSS, R.: Die Behandlung von Beschwerden des Kiefergelenkes mit Aufbißplatten. Kieferchirurgie 6. Jg. (1964).
199. WALKER, W. E.: Movement of the Mandibular Condyles and Dental Articulation. D. Cosmos 38, 573 (1896).
200. WARE, W. H. and TAYLOR, R. C.: Management of temporomandibular joint disorders. Dent. Clin. N. Am. 125-140 (1968).
201. WEINBERG, L. A.: The transverse hinge axis: real or imaginary. J. Prosth. Dent. 9, 775-787 (1959).
202. WEINBERG, L. A.: Temporomandibular joint function and its effect on centric relation. J. Prosth. Dent. 30, 176-195, (1973).
203. WOELFEL, J. B., HICKEY, J. C. and RINEAR, L.: Electromyographic evidence supporting the mandibular hinge axis theory. J. Prosth. Dent. 7, 361-367 (1957).

204. YEMM. R.: A comparison of the electrical activity of masseter and temporal muscles of human subjects during experimental stress. Arch. oral Biol. 16, 269 (1971).
205. ZARB, G. A. and THOMPSON, G. W.: Assessment of clinical treatment of patients with temporomandibular joint dysfunction. J. Prosth. Dent. 24, 542 (1970).
206. ZASKE, P.: Beitrag zur Frage der retrograden Bewegung der Kondylen beim Seitbiß, beim Rückbiß und beim Kieferschluß unter die normale Bißhöhe. Dtsch. Zahnärztl. Wschr. 40, 751-755 (1937).
207. ZIEBERT, G. J. and KNAP. F. J.: Effect of jaw guidance in retruded stroke as recorded in the sagittal plane. J. Prosth. Dent. 29, 262-268 (1973).
208. ZIMMERMANN, A. A.: An evaluation of Costen's Syndrome from an anatomic point of view. In: Sarnat, B. G. (ed.). The temporomandibular joint., Charles C. Thomas, Springfield, III. pp. 82-110 (1951).
209. ZOLA, A.: Morphologic limiting factors in the temporomandibular joint. J. Prosth. Dent. 13, 732-740 (1963).
210. ZOLA, A., ROTHSCHILD, E. A.: Condyle positions in unimpeded jaw movements. J. Prosth. Dent. 11. 873-881 (1961).

Herzlich danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Kraft
für die Bereitstellung des Themas und Herrn
Prof. Dr. Schubert für die wissenschaftliche
Unterstützung bei der Auswahl der Literatur.

CURRICULUM VITAE

22. 3.1947 geboren in München als Tochter des Kaufmanns Karl Josef Eibl und seiner Ehefrau Hildegard, geb. Göppel
19. 7.1966 Reifezeugnis am Städtischen Louise-Schröder-Gymnasium in München
20. 6.1972 Zahnärztliche Prüfung an der Ludwig-Maximilians-Universität München und Bestallung als Zahnärztin
- 20.12.1973 Ärztliche Prüfung an der Ludwig-Maximilians-Universität München
1. 5.1974 - Medizinalassistentin an der
31. 8.1974 Medizinischen Poliklinik der Universität München
- 1.10.1974 - Medizinalassistentin an der Chirurgischen
31. 3.1975 Klinik und Poliklinik rechts der Isar der Technischen Universität München
1. 4.1975 - Medizinalassistentin am Institut für
31. 3.1975 Anaesthesiologie der Technischen Universität München im Klinikum rechts der Isar
- 18.11.1975 Approbation als Arzt
- 15.11.1975 - Kieferchirurgische Facharztausbildung an der
30.11.1979 Klinik und Poliklinik für Kieferchirurgie der Universität München
2. 3.1978 Promotion zum Dr. med.
- ab 1.12.1979 Wiss. Ass. an der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der Universität München

